

# INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS

## 78

JULIO-DICIEMBRE 2022



INSTITUTO INTERUNIVERSITARIO DE GEOGRAFÍA  
UNIVERSIDAD DE ALICANTE



# INVESTIGACIONES GEOGRÁFICAS

REDACCIÓN

[Instituto Interuniversitario de Geografía](#). Universidad de Alicante  
Carretera de San Vicente del Raspeig s/n. 03690, San Vicente del Raspeig - Alicante (España)  
Tlfn: (34) 965903400 Ext. 3380 – Fax: (34) 965909485  
Correo electrónico: [investigacionesgeograficas@ua.es](mailto:investigacionesgeograficas@ua.es) – Sitio web: [www.investigacionesgeograficas.com](http://www.investigacionesgeograficas.com)



Los trabajos se publican bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional](#), salvo que se indique lo contrario.  
Las opiniones reflejadas en los textos que componen *Investigaciones Geográficas* son responsabilidad exclusiva de sus respectivos autores/as.

ISSN (hasta 2012): 0213-4691  
ISSN (electrónico): 1989-9890

DOI: 10.14198/ingeo  
Depósito legal: A-52-1983

---

# ÍNDICE

Las tendencias actuales de la temperatura en las regiones de Valencia y Murcia entre 1950 y 2020..... 9 <i>José Quereda Sala, Enrique Montón Chiva</i>	
Aumento de rescates en espacios naturales durante Semana Santa 2021 en Cataluña: una consecuencia indirecta de la COVID-19 ..... 27 <i>Óscar Saladié, Edgar Bustamante</i>	
La Temperatura Efectiva Equivalente en Cuba ..... 47 <i>Sinaí Barcia Sardiñas, Dunia Hernández González, Meylin Otero Martín</i>	
Implementación de datos meteorológicos modelados en el norte patagónico argentino (1982-2017)..... 67 <i>Grethel García Bu Bucogen, María Cintia Piccolo, Vanesa Yael Bohn</i>	
La selva tropical y los servicios ecosistémicos que brinda. Percepciones de una comunidad maya del sur de Yucatán, México ..... 89 <i>María Camila Hurtado-Torres, Patricia Montañez-Escalante, Juan Jiménez-Osornio</i>	
Calidad de las aguas superficiales en sistemas kársticos. Un estudio de la cuenca hidrográfica del río Formoso, Bonito, Mato Grosso do Sul – Brasil..... 107 <i>Rafael Brugnolli Medeiros, André Geraldo Berezuk, André Luiz Pinto, Charlei Aparecido da Silva</i>	
Seguimiento de la extensión areal de los humedales subtropicales del noreste de Argentina mediante la aplicación de Google Earth Engine ..... 131 <i>Humberto Smichowksi, Felix Ignacio Contreras, Adriana Carolina Giese</i>	
Aportación del Camino de Santiago al desarrollo local: características territoriales y repercusiones económicas en el tramo palentino..... 153 <i>Luis Alfonso Hortelano Mínguez, Lía Fernández Sangrador</i>	
Situación de los circuitos cortos de comercialización y agroecología durante la COVID-19 en Gipuzkoa (País Vasco, España)..... 169 <i>Juan Cruz Alberdi Collantes</i>	
Patrimonio urbano y planeamiento urbanístico en Sevilla (1956-2000). Un análisis crítico.....191 <i>José María Fera Toribio</i>	
La operación <i>Madrid Río</i> y sus efectos en términos de selección socio-demográfica..... 215 <i>Luis Galiana Martín</i>	
30 años de LEADER en Andalucía. Diversificación, turismo rural y crecimiento inteligente ..... 239 <i>Cristina Nieto Figueras, Francisco José Cantarero Prados, Pablo Enrique Sayago</i>	



## ARTÍCULOS





**Cita bibliográfica:** Quereda Sala, J., & Montón Chiva, E. (2022). Las tendencias actuales de la temperatura en las regiones de Valencia y Murcia entre 1950 y 2020. *Investigaciones Geográficas*, (78), 9-25. <https://doi.org/10.14198/INGEO.20670>

# Las tendencias actuales de la temperatura en las regiones de Valencia y Murcia entre 1950 y 2020

*Temperature trends in the Valencia and Murcia regions from 1950 to 2020*

José Quereda Sala<sup>1\*</sup>  
Enrique Montón Chiva<sup>2</sup> 

## Resumen

Este estudio viene a completar la línea de investigaciones sobre la evolución térmica de la región mediterránea española iniciada en el Plan Nacional de Clima (1999). Una línea que ha tratado de evaluar la magnitud del calentamiento climático registrado en la región mediterránea española. En el presente trabajo se ha realizado una revisión rigurosa de las conclusiones previamente alcanzadas (Quereda et al., 2000, 2016, 2020) sobre la magnitud y la naturaleza del calentamiento climático registrado en la región. Revisión que se ha fundamentado en tres ejes. El primero ha sido la actualización de 22 series de temperaturas históricas regionales entre 1950 y 2020. Los resultados de este análisis han sido contrastados con los obtenidos complementariamente en dos nuevos ejes de investigación. El primero de ellos ha sido la realización de un plan experimental encaminado a comparar la evolución térmica del observatorio urbano de Castellón (Casino Antiguo) con los datos de temperatura registrada en observatorios de su entorno situados en zonas menos afectadas de la actividad humana. Los resultados de este plan, relativos al periodo 2001-2020, han evidenciado tanto la existencia del efecto térmico de la urbanización (UHI), como su magnitud. La segunda investigación ha consistido en el análisis de la evolución térmica registrada en el observatorio de las Islas Columbretes (a 28 millas de la costa de Castellón). Esta serie climática insular, analizada así por primera vez, ha implicado una revisión de las conclusiones y tendencias establecidas en estudios anteriores. Los valores obtenidos, si bien obligan a revisar la magnitud del UHI, han mostrado una gran coherencia con la magnitud del calentamiento climático obtenido en el análisis central de las 22 series térmicas completas regionales. Un calentamiento climático real que ha mostrado un valor secular de 1,4 a 1,6 °C.

**Palabras clave:** Temperatura; UHI; isla de calor; homogeneidad; SNHT; Islas Columbretes; consumo energético.

## Abstract

This study completes a line of research on the thermal evolution of the Spanish Mediterranean region started in the National Climate Plan (1999). A line that has tried to evaluate the magnitude of the climatic warming registered in the Spanish Mediterranean region. In the present work, a rigorous review of the conclusions previously reached (Quereda et al., 2000, 2016, 2020) on the magnitude and nature of the climatic warming recorded in the region has been made. The review is based on three axes. The first is the updating of the regional historical temperature series between 1950 and 2020. The results of this analysis have been compared with those obtained in a complementary manner in two new lines of research. The first of which was an experimental plan aimed at comparing the thermal evolution of the urban

1 Estación de Climatología Aplicada (ECA), Universitat Jaume I, España. [quereda@uji.es](mailto:quereda@uji.es). Autor para correspondencia

2 Estación de Climatología Aplicada (ECA), Universitat Jaume I, España. [montone@uji.es](mailto:montone@uji.es)

observatory of Castellón (Casino Antiguo) with the temperature data registered in nearby observatories located in areas less affected by human activity. The results of this plan, relative to the 2001-2020 period, have shown the existence of the thermal effect of urbanization (UHI) as well as its magnitude. The second investigation consisted in the analysis of the thermal evolution recorded in the Columbretes Islands observatory (28 miles off the coast of Castellón). This insular climate series, thus analysed for the first time, has involved a review of the conclusions and trends established in our previous studies. Although the values obtained make it necessary to review the magnitude of the UHI, they have shown great consistency with the magnitude of climate warming obtained in the central analysis of the 22 complete regional thermal series. A real climate warming is shown with a secular value of 1.4 to 1.6 °C.

**Keywords:** Temperature; UHI; heat island; homogeneity; SNHT; Columbretes Islands; energy consumption.

## 1. Introducción

El proceso atmosférico de cambio climático emerge actualmente como uno de los principales retos científicos. El reto es urgente, a la vista de las grandes anomalías climáticas registradas en los últimos años, especialmente en lo que se refiere al aumento de las temperaturas. En este contexto, el estudio del cambio climático en la región mediterránea ha pasado a ser de gran importancia a la vista de las predicciones desarrolladas por los modelos de cambio climático. Los informes del Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC) (2007, 2013), indican que ésta será la región europea más vulnerable a los efectos del cambio climático. Vulnerabilidad debida a que, simultáneamente al aumento térmico regional previsto de 1,5 a 3 °C durante el siglo XXI, se asistirá a una disminución de los recursos hídricos, tanto por migración septentrional de la zona de frontogénesis como por la intensificación del ciclo hidrológico. El último informe (IPCC, 2021) califica como alta confianza los efectos esperados para 2050 en la región mediterránea en caso de cumplirse un calentamiento global igual o superior a 2 °C: calentamiento, temperaturas extremas, aumento de sequías y aridez, descenso de precipitación, mayor riesgo de incendios, ascenso del nivel marino de medio a extremo, descenso de cobertura nevosa, así como de la velocidad del viento. Es la única región europea donde no se espera con alta confianza un aumento de la precipitación extrema y de las inundaciones. Queda limitada a confianza media.

Se evidencia, pues, que el eje energético de estos importantes procesos atmosféricos y ambientales es la elevación de la temperatura. Los veinte años más cálidos de la serie histórica (1880-2021) se han registrado entre 1998 y 2020, con los tres récords absolutos de temperatura (2008, 2009 y 2021). Una elevación cuya magnitud y naturaleza, constituyen el objetivo científico de este trabajo que viene a completar la línea de investigaciones sobre la evolución térmica de la región mediterránea española iniciada en el Plan Nacional de Clima (1999).

En este marco, veinte años después del susodicho plan, es juicioso comprobar de nuevo, a nivel de 2020, la validez de las conclusiones que ofrecía la evolución térmica del clima regional. El litoral mediterráneo es un buen laboratorio para profundizar en esta cuestión, puesto que ya manifiesta consecuencias (Olcina, 2020). Y ver el papel que el efecto urbano o UHI puede tener en el ascenso térmico.

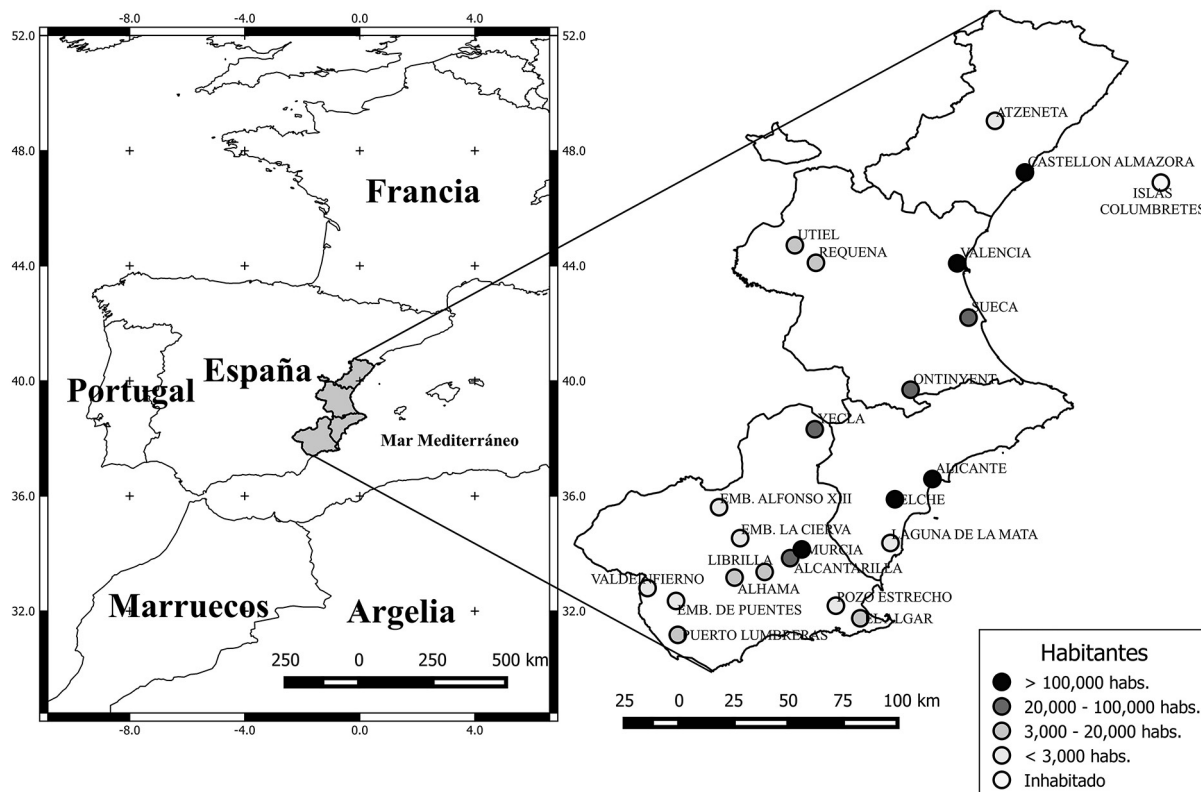
## 2. Metodología

La metodología básica para alcanzar los objetivos propuestos ha consistido en el análisis de los registros térmicos de las 22 series de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) con series completas de los últimos 71 años. Este análisis ha constituido el fundamento científico para establecer con precisión el eje o la tendencia climática regional y su verdadera magnitud entre 1950 y 2020. Dicha red incluye cinco observatorios plenamente urbanos con poblaciones que superan los 100,000 habitantes, pero también muchos otros con baja o nula urbanización y, por tanto, rurales. Permite establecer con claridad las diferencias de evolución térmica que determina la isla de calor (Figura 1).

El método de homogeneización SNHT (Standard Normal Homogeneity Test) (Alexandersson, 1986) ha sido utilizado para controlar la calidad de las series. Ideado inicialmente para series pluviométricas, es ampliamente empleado en el análisis de series climáticas (Moberg & Alexandersson, 1997; Aguilar et al., 2003). Sin embargo, no es perfecto. Precisamente en el proceso UHI se encuentra una de las principales debilidades del método (Khaliq & Ouarda, 2007). La expansión urbana sufrida en el litoral de la Comunidad Valenciana supone un reto a la hora de validar tendencias térmicas a largo plazo. Si en las series

predomina una tendencia que no es natural ni de distribución aleatoria, podría ser confundida como señal natural por los métodos de homogeneización relativa (Miró et al., 2012).

Figura 1. Red de observatorios de AEMET usados en el estudio



Fuente: AEMET. Elaboración propia

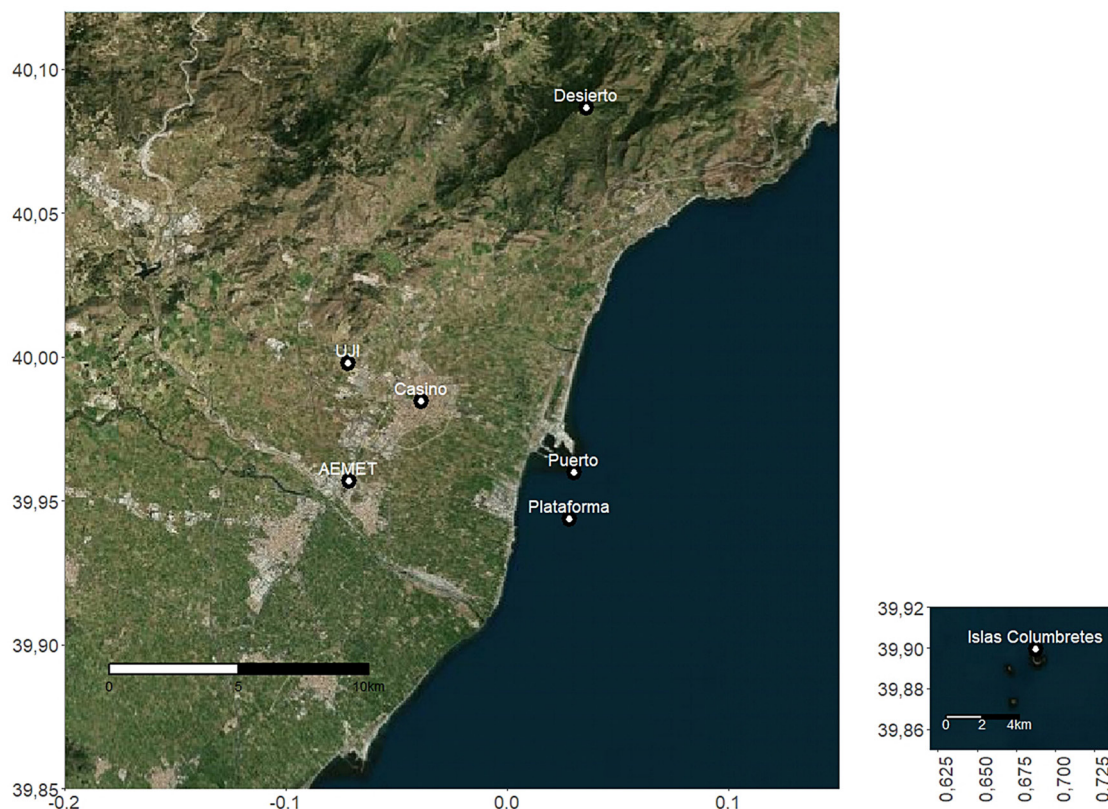
El SNHT comprueba la homogeneidad de cada serie, calculando la diferencia (para el caso de las temperaturas) con una serie de referencia, construida con la media de otros observatorios del entorno, cuyo número varía entre cinco y diez, dependiendo de la disponibilidad. Los criterios de selección son la proximidad, una geografía similar y, por supuesto, la correlación. En el presente estudio, el coeficiente de correlación nunca ha estado por debajo de 0,7, aunque Alexandersson (1986) establece un valor mínimo de 0,3. La idea es que en esta serie media se atenúe el efecto de las rupturas en las series individuales que la componen, las cuales pueden ser bastante frecuentes, en observatorios de largo recorrido con importantes cambios tanto en el observatorio como en su entorno. En el proceso de corrección de cada serie, se repite el proceso con otra serie de referencia para comprobar que la heterogeneidad detectada procede de dicha serie y no de irregularidades en las series que componen la serie de referencia.

El método fue aplicado con un software propio, elaborado a partir del proyecto “Dimensión espacial y temporal del cambio del clima en España: cuenca occidental del mediterráneo. Análisis de la evolución del comportamiento de los elementos climáticos a partir de datos instrumentales”, dentro del Plan nacional de I+D sobre el clima (cli96-1842-c05-04). El test crea una serie de referencia o serie g. Para ello, se toma cada una de las series de referencia (Q1, Q2, Q3, ...) y se les resta su media y se multiplica por su coeficiente de correlación al cuadrado con la serie a corregir. El resultado se suma y luego se divide por la suma de los coeficientes de correlación al cuadrado. Con ello, se consigue que la serie que tenga una mayor correlación adquiera igualmente un mayor protagonismo en el proceso.

A continuación, se obtiene la serie q, es decir la diferencia (en el caso de las temperaturas) entre la serie a corregir y la serie g de referencia. El siguiente paso es crear la serie z, es decir, la serie q menos su media partido la desviación estándar. Por último, el estadístico Tm nos indicará las heterogeneidades potenciales. El primer estadístico será n por el promedio al cuadrado de los n valores de z sumado a n-m por el promedio al cuadrado de los n-m valores de z.

El valor de T crítico viene dado por Alexandersson y depende de la longitud de la serie. Indica si la heterogeneidad potencial supera la significación. Cualquier heterogeneidad potencial que supere el T95 se corrige, mientras que aquellas que solo queden por encima del T90 se corregirán en caso de estar justificadas por la historia del observatorio.

Figura 2. Mapa de estaciones meteorológicas de la red universitaria en el entorno del casco urbano de Castellón



Fuente: AEMET. Elaboración propia

Este proceso se hará con todas y cada una de las series. Pero la primera serie sometida al test se habrá testeado con series que no lo han sufrido, mientras que la última habrá tenido como referencia series que han experimentado el test. Para compensar esta situación se lleva a cabo una segunda fase del test o fase final sobre las series, de forma que se elimine esta descompensación.

Para compensar las debilidades propias del SNHT, la magnitud del UHI ha sido analizada mediante un plan experimental (2001-2020), con estaciones ubicadas en la llanura litoral de la Plana de Castellón. Esta llanura aparece dominada, en altura, por el Observatorio del Desierto (712 metros de altitud). A 28 millas del puerto de Castellón, encontramos las Islas Columbretes. Esta zona urbana de la ciudad de Castellón-Almazora ha crecido notablemente en los últimos años. En 1970, la zona urbana tenía 106.000 habitantes, mientras que en 2010 tenía 215.000 habitantes, aunque en 2020 ha descendido a 200.534 habitantes.

Este plan ha tenido por objetivo comparar los registros de temperatura de un observatorio meteorológico ubicado en el mismo centro de la ciudad de Castellón (Casino), previsiblemente afectado por UHI con otras seis estaciones meteorológicas ubicadas en un entorno de menor o nula urbanización (Figura 2). Se trata de los observatorios de la AEMET (Castellón-Almazora y las Islas Columbretes) y de otras cuatro estaciones meteorológicas automáticas de la Red Universitaria, en el propio campus universitario (UJI), en el puerto, en la plataforma marina de hidrocarburos (Plataforma), mostrada en la Figura 3 y en el monte Bartolo, que, como se ha descrito anteriormente, domina la plana castellanense (Desierto). Estas estaciones, con registros de intervalos de diez minutos, fueron constantemente controladas y calibradas. A pesar de que tan sólo cubre veinte años, su análisis ha sido riguroso en todos los registros y puede considerarse una experiencia valiosa en el estudio del efecto del calor urbano.

Figura 3. Estación meteorológica marina, en la Plataforma de BP Oil, coordenadas geográficas 39°56'42''N y 00°01'36''E, frente a la estación meteorológica del Puerto (al fondo)



Elaboración propia

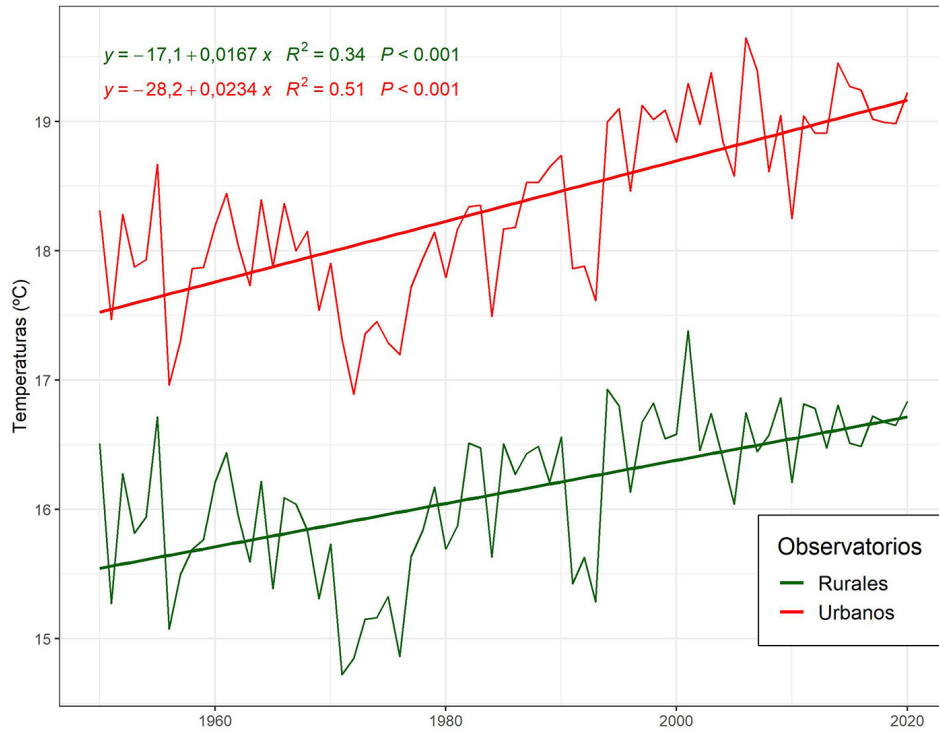
La investigación se completa con la evolución térmica en el observatorio de las Islas Columbretes. Además de los registros recientes, entre 1992-2020, se realizaron mediciones entre 1906-1925. Esta serie climática insular, analizada así por primera vez, ha implicado una revisión en profundidad de las conclusiones y tendencias establecidas en estudios anteriores. El fundamento de la misma recae sobre los registros de temperatura en el período inicial del siglo XX (1906-1925) y su correlación con los del observatorio de Castellón. Unos registros y anotaciones que son bastante defectuosos en la serie de Castellón (AEMET) cuyo observatorio, dentro del Instituto Geográfico y el Servicio Meteorológico de entonces, comienza en 1912.

### 3. Resultados

Los resultados obtenidos han mostrado una notable tendencia de calentamiento climático en la región mediterránea española. El valor medio de esta tendencia, durante esos 71 últimos años, ha sido notable, 1,6°C en los cinco observatorios urbanos, es decir, aquellos ubicados en urbes por encima de los 100,000 habitantes (Murcia, Elche, Valencia, Alicante y Castellón-Almazora). Un valor que ha sido algo inferior en el promedio de los observatorios rurales, 1,2 °C (Figura 4). Buena parte del calentamiento en los observatorios urbanos ha afectado a las temperaturas mínimas, con un valor de 2 °C entre los años 1950 y 2020 (0,0285 °C/año), mientras que las temperaturas máximas se han elevado 1,3 °C, en el mismo periodo, con un promedio anual de 0,0187 °C/año (Figura 5).

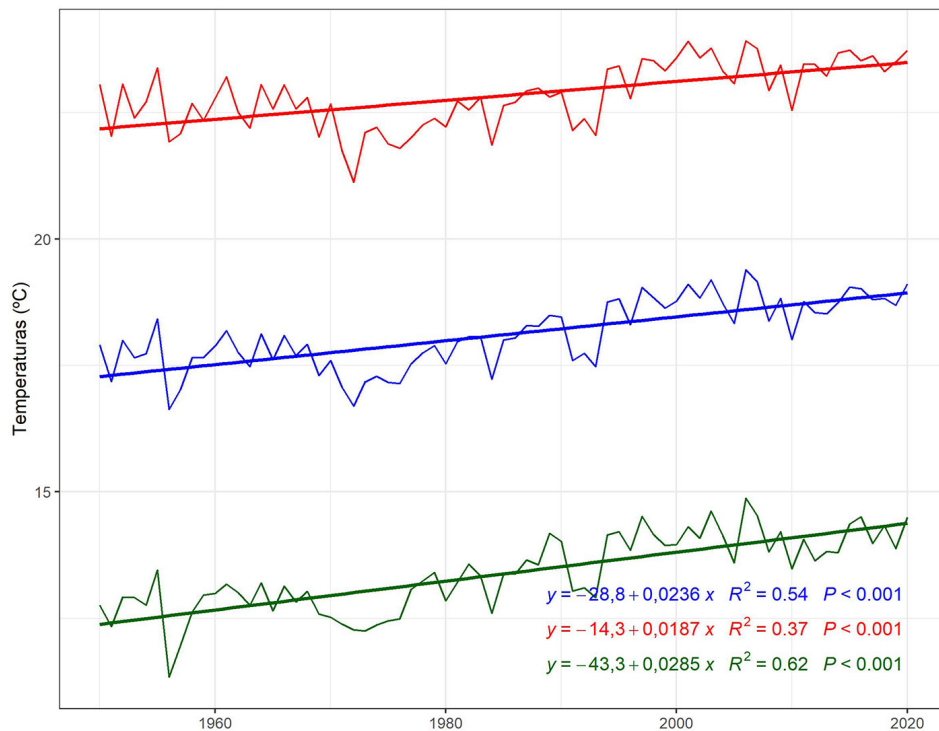
A los datos de AEMET, el presente estudio añade aquellos de su red propia. La temperatura media anual de los cinco observatorios situados en la llanura litoral ha mostrado una diferencia significativa entre el valor de la estación del Casino, en el centro de la ciudad, 19,2°C, y el valor de los restantes observatorios del entorno. Así, el observatorio de Castellón-Almazora (AEMET), sito en un polígono industrial apenas a 3 kilómetros del centro de Castellón, ha registrado una temperatura media de 18,3°C, y el valor del resto de estaciones meteorológicas situadas en la periferia urbana ha sido de UJI, 18,4 °C; Puerto, 18,3 °C y Plataforma, 18,4°C). Por su parte, la media anual en las Islas Columbretes es de 19,2. En cuanto a sus valores máximos y mínimos, quedan expuestos en la Figura 6. Cabe destacar que las mínimas más elevadas corresponden a aquellos observatorios de mayor influjo marino, Plataforma, islas Columbretes y Puerto. Sin embargo, este último observatorio es ligeramente superado por el más urbano de la red, Casino, mientras que las mínimas caen al dirigirnos al extrarradio urbano, tanto en la UJI como en el caso de Castellón-Almazora. El observatorio sirve de enlace entre la red propia y la de AEMET. Por su parte, las máximas son superiores en los observatorios terrestres, de modo que rondan e incluso superan los 23 °C, muy por encima de aquellos marinos. El menos influido por el mar, el Puerto, se queda en 21,3, mientras que los otros dos, totalmente rodeados por el líquido elemento, no sobrepasan los 21.

Figura 4. Evolución de la temperatura anual (1950-2020) en la región mediterránea española en los cinco observatorios “urbanos” frente a la media de los 17 observatorios “rurales”



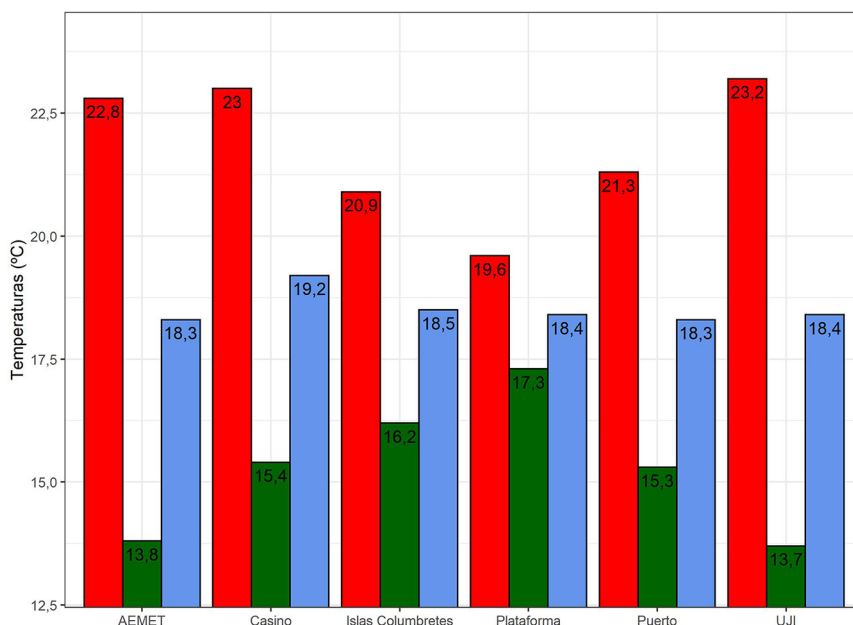
Fuente: AEMET. Elaboración propia

Figura 5. Evolución y tendencia de las temperaturas medias (Tmedias), medias máximas (Tmax) y medias mínimas anuales (Tmin) en la red de observatorios urbanos



Fuente: AEMET. Elaboración propia

Figura. 6. Temperaturas promedio de máximas, medias y mínimas en los observatorios analizados



Fuente: Universitat Jaume I, AEMET. Elaboración propia

Tabla 1. Evolución secular de la temperatura mediterránea

Periodo/Estación	TM Columbretes	TM Castellón
1906-1925	17,1	16,8
2001-2020	18,5	18,2
$\Delta$ Diferencia	1,4	1,4

Fuente: Universitat Jaume I, AEMET. Elaboración propia

La investigación se completa con el análisis de la evolución térmica registrada en sus dos períodos (1906-1925 y 1992-2020) en el observatorio de las Islas Columbretes. A 28 millas de la costa de Castellón y con la mínima actividad humana que supone un faro, se ha comparado con los datos del observatorio de AEMET en Castellón, que, en aquellos años, se ubicaba en el Instituto Ribalta de la ciudad, décadas antes de su traslado al municipio de Almazora en los años 70 del siglo pasado. Sus registros y anotaciones que son bastante defectuosos en la serie de Castellón (AEMET) cuyo observatorio, dentro del Instituto Geográfico y el Servicio Meteorológico de entonces, comienza en 1912. Por ello, el valor de la temperatura de Castellón en ese período 1906-1925, se ha reducido con Valencia, dando una media de 16,1 °C. No obstante, la serie de Valencia ofrece los mismos defectos de la de Castellón. En ambos casos se acusa el cambio de metodología para la obtención de la temperatura media diaria básica. A partir de 1910 las dos lecturas termométricas pasan a efectuarse a las 8 y a las 16 horas, frente a las 9 y 13 del período anterior (Bañón García & Cantó Perez, 2011). Ello supone un enfriamiento medio próximo a un grado centígrado, más en invierno que en verano. Consecuentemente, la temperatura media del período 1906-1925 en Castellón, 16,1 °C, debió ser más elevada. Esta elevación ha sido obtenida reduciendo la serie de Castellón con la serie de Tortosa y con la serie completa de Barcelona (Universidad). Con ello el valor de la temperatura media del período 1906-1925 es de 16,8 °C en Castellón (Wrobel, 1940). Un valor que también es coherente con el obtenido en el observatorio histórico de Fabra que comienza en octubre de 1913 (Puigcerver, 1999).

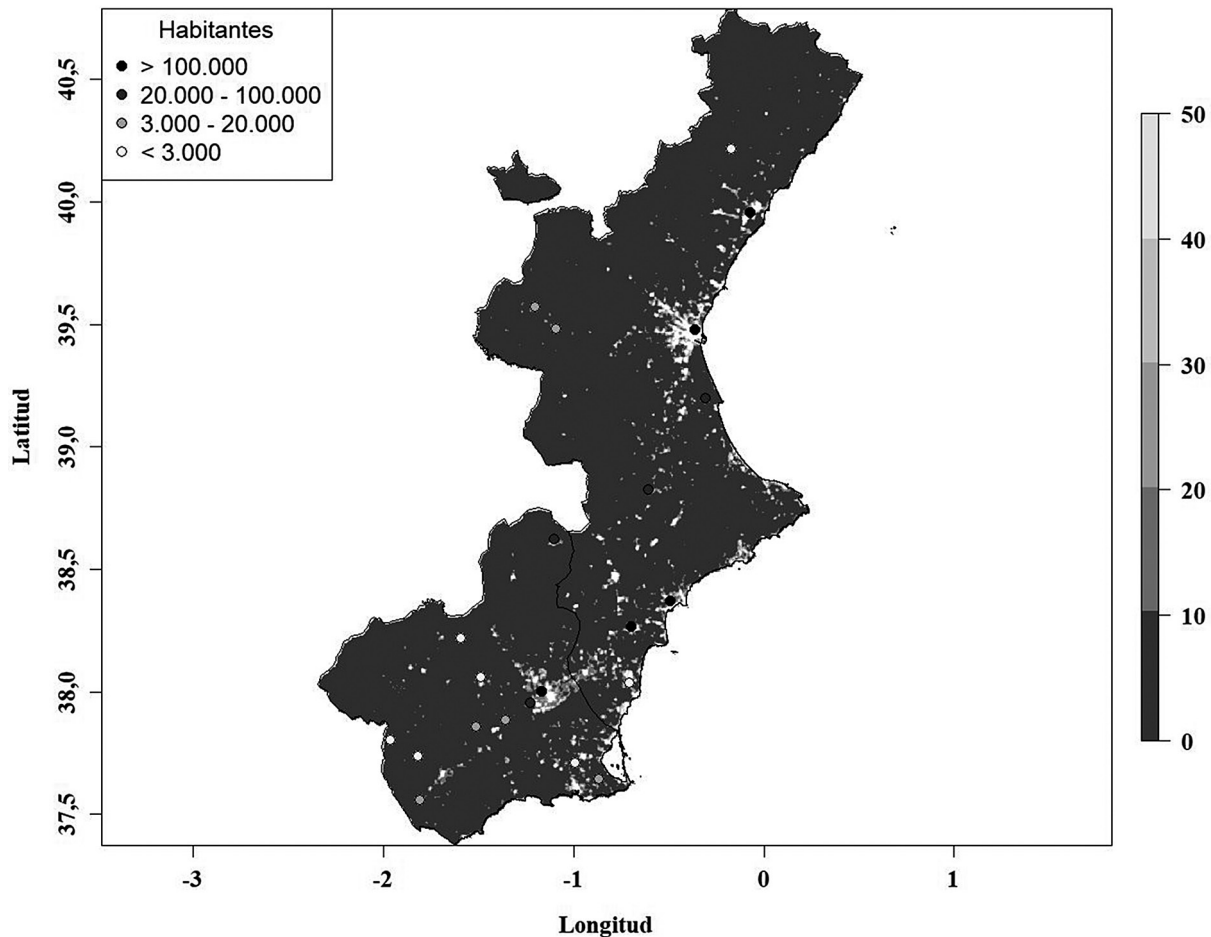
#### 4. Discusión de resultados

Los resultados obtenidos plantean dudas razonables sobre el posible protagonismo del UHI en el calentamiento climático. No puede ser de otra manera al constatar la diferencia de magnitud en el ascenso térmico entre los observatorios urbanos y los observatorios rurales. A ello se une el mayor ascenso de

las temperaturas mínimas frente a las máximas en los observatorios urbanos. Dicho efecto urbano sería confirmado con la red experimental propia, sita en el área urbana de Castellón, e incluso muestra buena correlación con la tendencia demográfica regional.

Aunque los resultados, acerca del variado comportamiento de máximas y mínimas, difieren de los obtenidos en algunos estudios (Montávez et al., 2000), el mayor aumento de las temperaturas mínimas para las zonas costeras mediterráneas también se ha observado en otras investigaciones (Kenawy et al., 2012; Fernández-Montes et al., 2013), también posiblemente causado por la urbanización (Horcas et al., 2001; Gonzalez-Hidalgo et al., 2015). Destacado es el estudio realizado por Miró et al. (2016), al coincidir parcialmente con el área de investigación, si bien la presentación de resultados en grupos o clusters dificulta la comparación, al tiempo que los autores no diferencian entre observatorios rurales y urbanos. La desigual evolución de máximas y mínimas también se ha demostrado claramente en las termografías satelitales (Mills et al., 2013), así como con los datos nocturnos de la Suite de Radiómetros de Imágenes Infrarrojas Visibles (VIIRS) Día/Banda Nocturna (DNB), proporcionadas por el Grupo de Observaciones de la Tierra (EOG) (Figura 7).

Figura 7. Mapa de la luminosidad media utilizando luces nocturnas (2018) de VIIRS



Fuente: Grupo de Observación de la Tierra (EOG). Elaboración propia

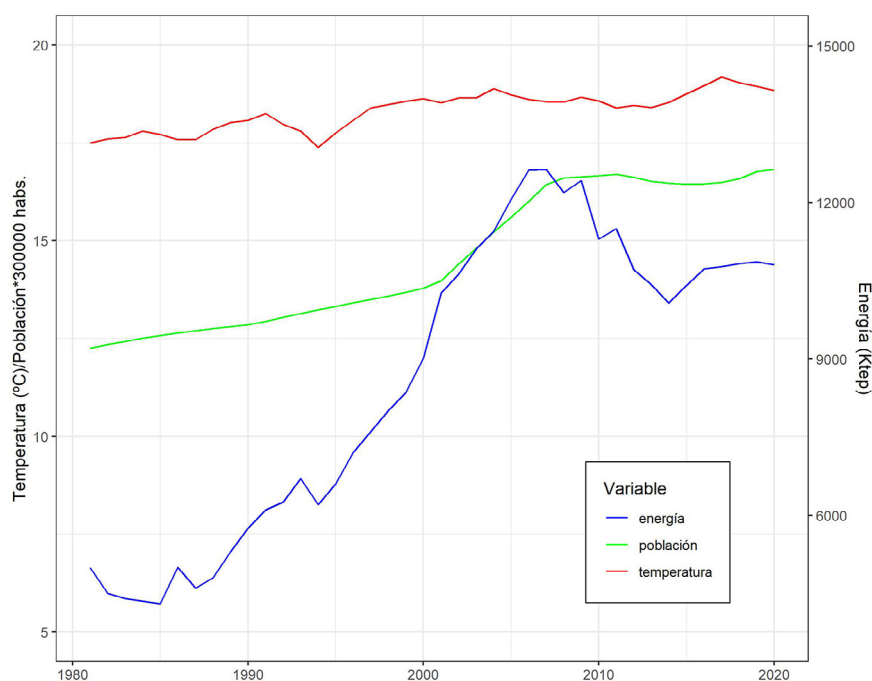
Para Estados Unidos, se ha detectado un descenso en la amplitud térmica diaria que se explica, al menos en un 50%, por la urbanización y otros cambios en los usos del suelo (Kalnay & Cai, 2003). Nicola Scafetta (2021) ha comparado los datos de amplitud térmica diaria entre observatorios y modelizaciones y ha concluido que grandes extensiones de Asia, especialmente, Rusia y China, y Norteamérica, una parte importante de Europa, parte de Oceanía y algunas regiones de Sudamérica y África muestran reducciones de la amplitud de hasta 0,5-1,5 °C más elevadas en datos reales, especialmente donde se ha dado una rápida urbanización. La variación de la amplitud térmica diaria se usa para identificar los efectos de



urbanización en China, donde las regiones con mayor divergencia entre máximas y mínimas coinciden con las de mayor urbanización (Scafetta & Ouyang, 2019).

La notable tendencia de calentamiento, especialmente en los observatorios urbanos, no ha sido regular. Iniciada en 1980, se ha estabilizado desde el año 2000. Una estabilización simultánea al de la demografía y del consumo energético total en la región mediterránea española (Figura 8). La observación de este fenómeno, un estancamiento del calentamiento global, que ha sido denominado el “hiato del calentamiento global”, ha causado un feroz debate sobre su existencia y formación (Spanish Emissions Inventory (SEI), 2019; Gonzalez-Hidalgo et al., 2016; Li et al., 2015). El Quinto Informe de Evaluación del IPCC también declaró claramente que la tendencia del calentamiento global se desaceleró significativamente en el período 1998-2012 en comparación con los 30-60 años anteriores (IPCC, 2013). El Sexto y más reciente califica dicho hiato como temporal (IPCC, 2021). La coincidencia con la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero, parecen confirmar que la influencia humana ha sido relevante en el calentamiento registrado por los observatorios.

Figura 8. Evolución de la población (x300.000 habitantes) y de la demanda energética (Ktep) correlativa con el hiato en la evolución de la temperatura media (°C) en el Mediterráneo español



Fuente: Ministerio de Transición Ecológica e Instituto Nacional de Estadística (INE), Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE) y AEMET

Sin embargo, por elevada que se muestre la correlación entre el consumo de energía (0,8) y la demografía (0,7) con la temperatura media, la naturaleza y magnitud del calentamiento climático requieren un análisis más riguroso. Es cierto que tanto el fuerte aumento de la temperatura regional entre 1980 y 2002 como el hiato posterior quedan bien fundamentados.

En vista de las incertidumbres mencionadas anteriormente, se ha realizado un examen minucioso de un proceso que podría estar sesgando la comprensión de la evolución térmica (Instituto Cartográfico Valenciano/Infraestructura Valenciana de datos espaciales [ICV/IDEV], 2018; Lee, 1992). Aunque los estudios se han esforzado por controlar la calidad de los datos, el campo en cuestión sigue mostrando muchas incertidumbres. Es preciso ser consciente de que oscilaciones de medio grado, o incluso más, requieren una minuciosa verificación, habida cuenta del efecto de los procesos no climáticos. El más llamativo de los cuales y extremadamente sutil, es claramente el efecto UHI.

Aunque el efecto UHI parece incontrovertible, su papel es ampliamente polémico. Así, aunque los protocolos científicos del IPCC reconocen el efecto del microclima urbano, solo consideran que afecta a la tendencia de temperatura local y es prácticamente insignificante a una escala regional o mundial.

Además, el fenómeno podría verse compensado por la influencia del océano y, por lo tanto, el impacto general del efecto UHI en el calentamiento global puede tender a cero (Quereda et al., 2000). De este modo, aunque el calentamiento urbano puede considerarse de importancia local, faltan pruebas sobre su efecto en las temperaturas globales (Quereda et al., 2000, 2004). El debate sigue abierto, como demuestran los estudios que analizan la influencia del cambio climático en la UHI (Trenberth et al., 2007; Sachindra et al., 2015), como lo demuestra el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (IPCC, 2013).

Del mismo modo, los estudios en curso en China y en las regiones industriales de otros lugares han puesto de relieve aún más estas consideraciones. La comparación de las temperaturas regionales urbanas y rurales, como el aquí realizado, ha llevado a varios investigadores a sugerir que el efecto UHI podría representar entre el 40 y el 80% de la tendencia de temperatura observada en las últimas décadas (Chapman et al., 2017; Ren et al., 2008). En los Estados Unidos, McKittrick y Michaels concluyeron de manera similar que las modificaciones locales de la superficie terrestre podrían haber causado la mitad de la tendencia de calentamiento observada de 1980 a 2002 (Yan et al., 2010). Se han realizado intentos de ponderar estas magnitudes y reducir las mediciones de radiación satelital y reanálisis (McKittrick & Michaels, 2007; Parker, 2011). Sin embargo, estas disminuciones no han impedido un examen significativo de las conclusiones extraídas en el cuarto informe del IPCC (IPCC, 2007). Según Efthymiadis y Jones (2010), el efecto UHI representa 0,02 °C por década y hasta el 15% del calentamiento global en el período comprendido entre 1951 y 2009. Otros estudios informan de un mayor impacto del efecto UHI sobre el cambio climático (Trenberth, et al., 2007). En la misma región mediterránea española, la imagería Landsat 8 *Land Surface Temperature* ha mostrado que las temperaturas sobre áreas verdes de la ciudad de Barcelona eran hasta 2,5 °C más bajas que las zonas de fuerte urbanización (Lemus-Canovas et al., 2020).

En la climatología española, este proceso ha sido reconocido en grandes ciudades como Madrid, Barcelona, Córdoba y Granada (López et al., 1988; Arroyo & Fernández, 1991; Puigcerver, 1999; Domínguez, 1999; Montávez et al., 2000; Miró et al., 2012; Martín-Vide & Moreno-García, 2020). El interés de este proceso ha determinado que el PNACC (Plan Nacional español de Cambio Climático) en su introducción, señala: “planificar una adaptación para un horizonte de calentamiento de 2 °C no es lo mismo que planificar un horizonte de calentamiento de 4 °C” (Roberts et al., 2015).

Para ayudar a aclarar estas incertidumbres, la investigación se apoya en la red instrumental propia, especialmente diseñada en su ubicación para tal fin. Es el centro urbano, representando por el Casino, quien aporta la mayor temperatura media, la única que supera los 19 °C, mientras que los restantes observatorios, siempre menos urbanos, muestran valores similares entre 18,3 y 18,5 °C. Así, suponiendo que los observatorios de la periferia de la ciudad de Castellón no se vieran influidos por el calor urbano, se puede estimar que el valor de la UHI con respecto al centro urbano (Casino) oscila entre 0,8 y 0,9 °C. Esta última es la diferencia con respecto al observatorio de la AEMET, Castellón-Almazora.

Asimismo, el efecto urbano se destaca igualmente con la temperatura media anual (2001-2020) en las Islas Columbretes, 18,5 °C, frente a la temperatura media anual registrada en la estación del Casino, 19,2 °C. Se trata de un valor elevado, ya que la estación de islas Columbretes, situada a 63 metros sobre la interfase mar-tierra, tiene un régimen térmico regido por el efecto termostático del mar. La temperatura media anual de la superficie del mar (TSM), medida en la Plataforma es de 19 °C. El papel termostático del mar es un factor determinante, como lo demuestra la elevada temperatura mínima media de 16,2 °C en las Islas Columbretes.

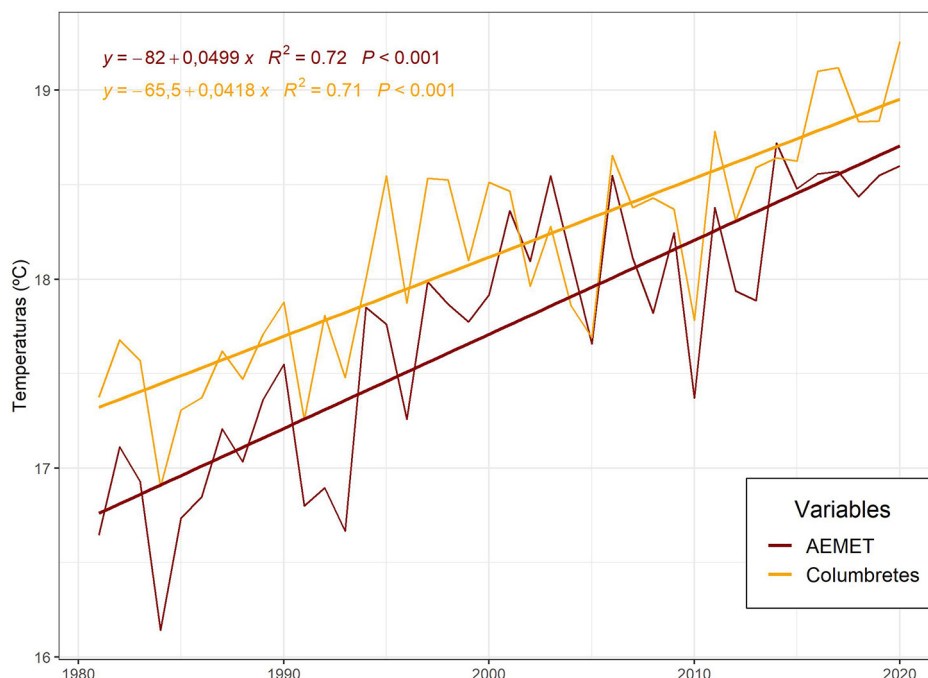
Esta influencia urbana se pone también de manifiesto en la diferenciada amplitud u oscilación térmica existente entre el centro urbano y la periferia. En efecto, las temperaturas mínimas medias ofrecen una diferencia de 1,7 y 1,6 °C entre los observatorios de la Universidad (UJI) y de AEMET, con las del Casino. No obstante, en este orden de las temperaturas mínimas medias, parece existir una similitud de los valores obtenidos en el Casino y el Puerto (15,4 y 15,3 °C). Esto parece poner de manifiesto que la estación Puerto, situada en el extremo del dique portuario del faro, actúa en una interfase atmósfera-mar dominada por una temperatura superficial del mar con media anual de 19 °C (Bañón García & Cantó Pérez, 2011). Así, en la estación portuaria, el papel termostático del mar parece ser semejante al UHI en la estación del Casino.

Consecuentemente, la evolución secular de la temperatura ha registrado un aumento de 1,4 °C. Un aumento que se ha producido básicamente en los últimos 40 años. La configuración de este aumento térmico revela igualmente que, al menos en el observatorio de Castellón-Almazora, ha corrido paralelo al

incremento demográfico y de consumo energético. Unas elevadas correlaciones que vuelven a resaltar el papel del UHI y del consumo de energía en el aumento de las temperaturas.

Sin embargo, tal y como muestra la Tabla 1, la comparación del calentamiento secular registrado en las Islas Columbretes con el registrado en la estación de Castellón-Almazora es idéntico, 1,4 °C. El coeficiente de correlación entre ambas series térmicas (1992-2020) es notable 0,79. Consecuentemente ello permite reconstruir la serie de las islas Columbretes hasta 1981 en que comienza el proceso regional de elevación de las temperaturas. De este modo, la elevación de la temperatura en Castellón, en los últimos cuarenta años (1981-2020), ha sido de 2 °C, frente al 1,6 °C que ha registrado la estación de islas Columbretes (Figura 9).

Figura 9. Evolución de la temperatura media anual en los observatorios de AEMET en Castellón-Almazora y de las islas Columbretes



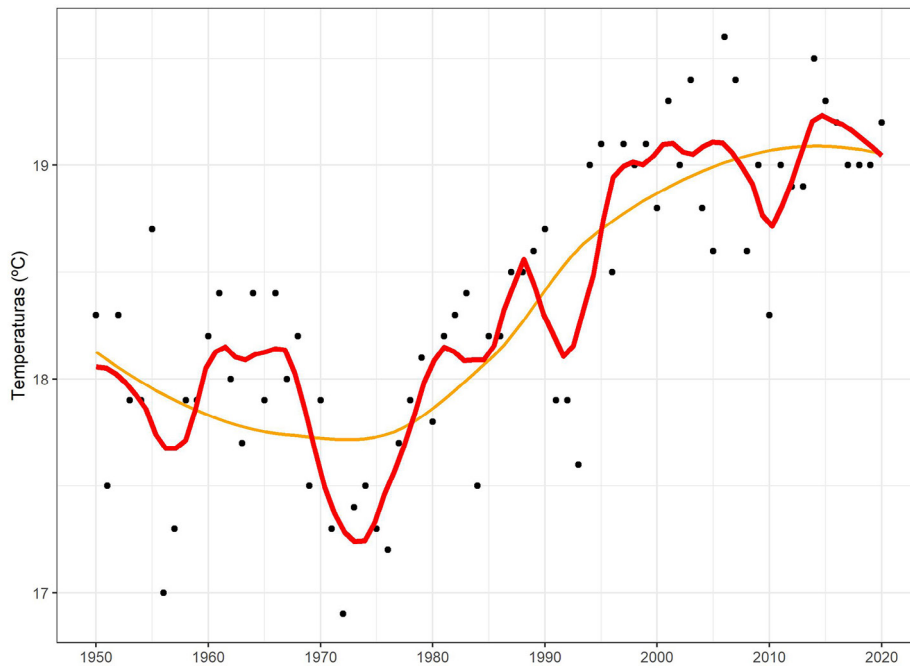
Fuente: AEMET. Elaboración propia

Dado que sobre la estación insular los efectos de la urbanización pueden considerarse nulos, esa diferencia de calentamiento, 0,3-0,4 °C en los últimos cuarenta años, podría estar marcando la magnitud del UHI. Una magnitud que, en el observatorio de Castellón-Almazora, supondría un 20 % del aumento térmico global observado entre 1981 y 2020. Valores que aparecen verificados por el comportamiento de las temperaturas medias de las máximas y de las mínimas. Así, mientras que en los registros insulares ambas temperaturas han mostrado el mismo valor de aumento durante los últimos cuarenta años, en el observatorio de Castellón-Almazora las temperaturas mínimas han mostrado un aumento muy superior al de las máximas, 2,5 °C frente a 1,4 °C.

Consecuentemente, puede concluirse que, durante los últimos cuarenta años, la magnitud del calentamiento climático de Castellón vendría representado por ese aumento de 1,6 °C registrado en las islas Columbretes y el 1,2°C de los observatorios rurales. Un aumento que ha sido de 2 °C en la estación continental de Castellón. La diferencia de calentamiento (0,3 a 0,4 °C), podría ser debida a los efectos de la urbanización. El UHI representaría así una aportación del 20 % al aumento de la temperatura. La evaluación porcentual es similar a la alcanzada por Scafetta (2021) a nivel global al comparar los períodos 1940-1960 y 2000-2020.

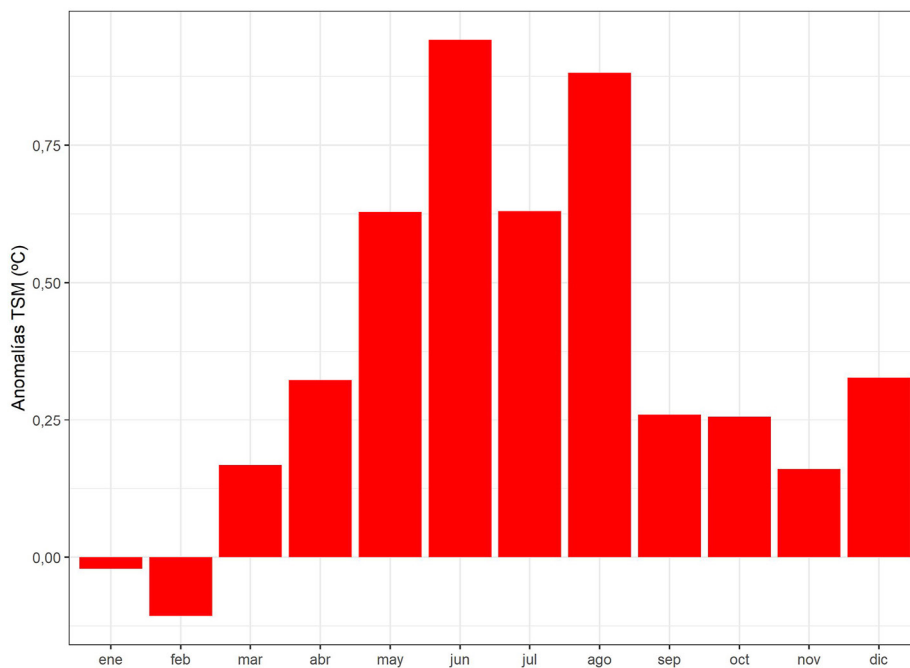
La validez de la serie de temperaturas medias de islas Columbretes se pone de manifiesto por su buena correlación (0,71) con las anomalías de la temperatura marina en el cuadrado de dos grados de latitud-longitud (NOAA ERSST) centrado en las mismas. Al mismo tiempo, el régimen anual de estas anomalías (1981-2017) con respecto a la media de 1960-1990, es de gran significación con respecto a la naturaleza del calentamiento climático regional (Figura 11).

Figura 10. Evolución de las temperaturas en el Observatorio de Castellón-Almazora con curvas suavizadas para diferenciar tendencias



Fuente: AEMET. Elaboración propia

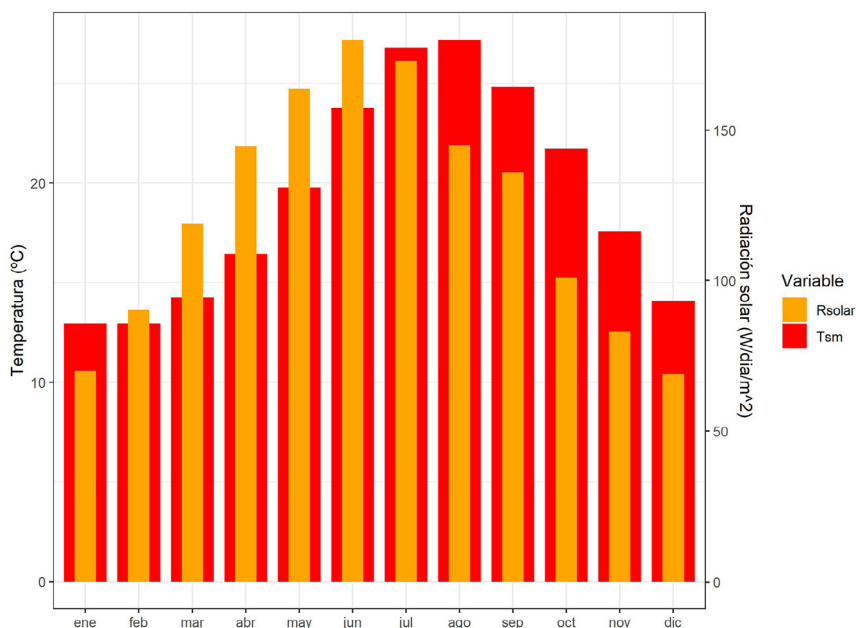
Figura 11. Anomalías de la temperatura superficial marina (TSM) (1981-2017) con respecto a la media 1960-1990 en el Mediterráneo (NOAA ERSST).



Fuente: AEMET, Huang et al., 2017. Elaboración propia

Una significación climática basada en que si bien la absorción de la energía solar es la primera causa del incremento térmico marino (Figura 12), las interacciones atmósfera-mar determinan la configuración del campo de temperaturas del mar y sus anomalías. Unas interacciones que se han podido analizar en el observatorio universitario marino (Plataforma) y que desprenden la alta significación de las anomalías registradas en la temperatura superficial del mar.

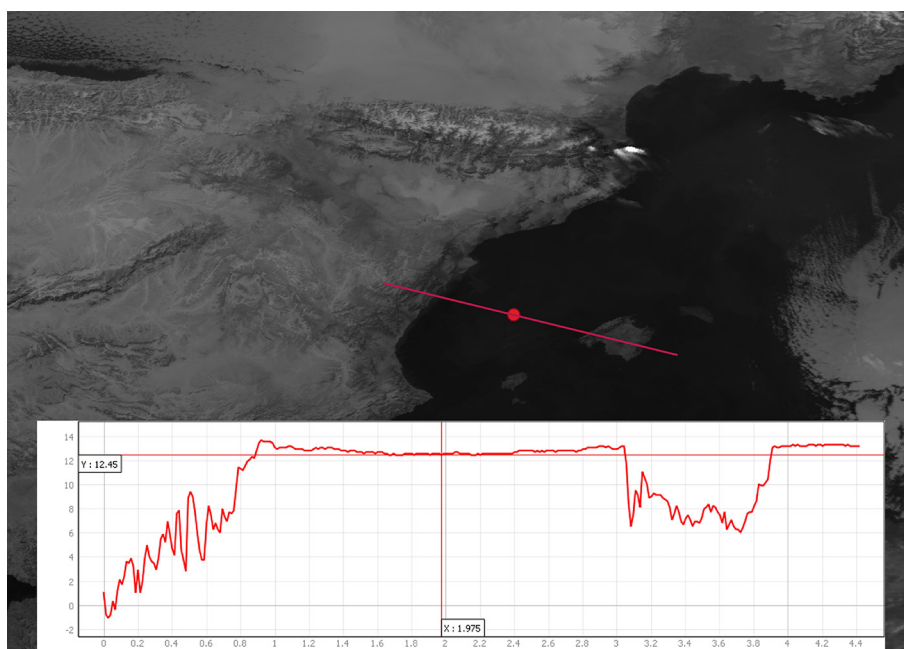
Figura 12. Radiación solar en W/día/m<sup>2</sup> y Temperatura superficial del mar (TSM) en medias de 2001-2012



Fuente: Universitat Jaume I. Elaboración propia

Las interacciones energéticas en esa interfase atmósfera-mar experimentan fuertes contrastes estacionales. Durante el otoño e invierno, la temperatura superficial del mar supera con frecuencia a la del aire, generando una destacada transferencia energética desde el mar a la atmósfera y a continuación un enfriamiento de las aguas superficiales. La subsidencia de las aguas más frías de superficie crea un importante espesor de aguas homotermas, con la profundización o desaparición de la termoclina. Ese espesor llega a su máximo nivel a finales del invierno. Es, por tanto, en el período invernal en el que se cuenta con un mayor volumen de capa marina activamente implicada en el intercambio de calor con la atmósfera. Como consecuencia la diferencia térmica media entre -1 y -3 m es de tan solo 0,03 °C.

Figura 13. El perfil térmico entre la zona costera peninsular y la isla de Mallorca muestra el papel de manantial caliente del mar durante la época invernal (Imagen NOAA HRPT, 6/01/2019, 9 h)



Fuente: Universitat Jaume I

Por su parte, en el período estival, la intensa radiación solar y las elevadas temperaturas resultantes limitan la turbulencia convectiva. La termoclina se ubica cerca de la superficie y a ese sector superior queda reducida la capa activa partícipe de los intercambios con la atmósfera. La falta de mezcla en la columna de agua intensifica el calentamiento del agua superficial, tal y como muestra el régimen anual de las anomalías en la Figura 13. Así, mientras que en enero la variación de temperaturas entre los 1 y 3 metros de profundidad apenas alcanza 0,03 °C, en el mes de agosto, en plena canícula estival, aumenta hasta 0,12 °C.

## 5. Conclusiones

Este estudio ha tenido por objetivo evaluar la magnitud y naturaleza del calentamiento climático registrado en la región mediterránea española, concretamente en las provincias valencianas y murciana. Una evaluación basada en tres ejes. El primero se centra en los registros de 22 observatorios pertenecientes a la red de la AEMET, con series completas que abarcan el periodo 1950-2020. Dichos observatorios muestran una tendencia de calentamiento, con un valor medio de esta tendencia, durante esos 71 últimos años, de 1,6 °C en los cinco observatorios de urbano (Murcia, Elche, Valencia, Alicante y Castellón-Almazora). Un valor que ha sido algo inferior en el promedio de los observatorios rurales, 1,2 °C.

Esta diferencia de magnitud entre observatorios urbanos y rurales unida a la registrada entre las temperaturas máximas y las temperaturas mínimas ha suscitado la posibilidad del efecto urbano (UHI) en el proceso de calentamiento climático. Un efecto que muestra una buena correlación con la demografía regional y que ha sido confirmado experimentalmente en el área urbana de Castellón en el período 2001-2020, con la media más elevada en el centro de la ciudad y los observatorios terrestres viendo disminuir sus mínimas en mucha mayor medida que sus máximas, a medida que nos desplazamos hacia la periferia. Esta destacada aportación, una red propia y plenamente organizada para evaluar el UHI, se ha completado con la serie de las Islas Columbretes con una media mínima muy notable, dado que en el pequeño archipiélago volcánico el efecto urbano puede considerarse nulo, pero donde juegan un papel destacado las interacciones atmósfera-mar.

Por otro lado, los registros ambientales disponibles muestran una elevada correlación ( $r > 0,82$ ) entre la evolución de las temperaturas y el consumo de energía regional durante los últimos cuarenta años. Esta notable correlación con el consumo energético regional parece confirmar que la influencia humana ha sido relevante en el calentamiento registrado por los observatorios. Una tendencia de calentamiento que puede situarse en un valor secular de 1,4 a 1,6 °C y que la aportación del UHI estaría siendo de un 20 %, 0,3-0,4 °C.

Establecido el valor de la tendencia de calentamiento y el influjo que en ella puede tener el UHI, las futuras investigaciones pueden centrarse en asuntos más concretos, como la variación del UHI según los distintos tipos de tiempo, la evolución del número de noches tropicales y la incidencia de olas de calor y de frío, en los distintos tipos de observatorios, aspecto de gran interés y de aplicación en el confort de la población. Y cartografiar su variación en el entorno urbano de la ciudad de Castellón con la ayuda de los datos de satélite.

## Financiación

El presente trabajo ha sido posible gracias a un Convenio con la Excelentísima Diputación Provincial de Castellón (proyecto 2021-0042, exp 974/2021).

## Referencias

- Aguilar, E., Auer, I., Brunet, M., Peterson, T.C., & Wieringa, J. (2003). *Guidelines on Climate Metadata and Homogenization*, WCDMP-No. 53, WMO-TD No. 1186. World Meteorological Organization.
- Alexandersson, H. A. (1986). Homogeneity test applied to precipitation data. *International Journal of Climatology*, 6(6), 661-675. <https://doi.org/10.1002/joc.3370060607>
- Arroyo, F., & Fernández, F. (1991). *Aproximación al conocimiento del confort térmico urbano de Madrid*. Col. Estudios, Universidad Autónoma de Madrid.
- Bañón García, M., & Cantó Perez, L.M. (2011). Historia del Observatorio meteorológico de Alicante. *Revista digital RAM*, 39.
- Caselles, V., López García, M.J., Meliá, J., & Pérez Cueva, A. (1991). Analysis of the heat-island effect of the city of Valencia, Spain, through air temperature transects and NOAA satellite data. *Theor. Appl. Climatol.*, 43(4), 195-203. <https://doi.org/10.1007/BF00867455>
- Chapman, S., Watson, J. E. M., Salazar, A., Thatcher, M., & McAlpine, C. (2017). The impact of urbanization and climatic change on urban temperatures: a systematic review. *Landscape Ecology*, 32, 1921-1935. <https://doi.org/10.1007/s10980-017-0561-4>
- Domínguez, P. (1999). *Clima, Medio Ambiente y Urbanismo en Córdoba*. Diputación de Córdoba.
- Earth Observation Group. Monthly Cloud-free visible and infrared Imaging Suite Day Night Band. [https://eogdata.mines.edu/nighttime\\_light/monthly/v10/](https://eogdata.mines.edu/nighttime_light/monthly/v10/)
- Efthymiadis, D. A., & Jones, P. D. (2010). Assessment of Maximum Possible Urbanization Influences on Land Temperature Data by Comparison of Land and Marine Data around Coasts. *Atmosphere*, 1(1), 51-61. <https://doi.org/10.3390/atmos1010051>
- Fernández-Montes, S., Rodrigo, F. S., Seubert, S., & Sousa P. M. (2013). Spring and summer extreme temperatures in Iberia during last century in relation to circulation types. *Atmospheric Research*, 127, 154-177. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2012.07.013>
- Gonzalez-Hidalgo, J. C., Peña-Angulo, D., Brunetti, M., & Cortesi, N. (2015). MOTEDAS: a new monthly temperature database for mainland Spain and the trend in temperature (1951–2010). *International Journal of Climatology*, 35(15), 4444-4463. <https://doi.org/10.1002/joc.4298>
- Gonzalez-Hidalgo, J. C., Peña-Angulo, D., Brunetti, M., & Cortesi, N. (2016). Recent trend in temperature evolution in Spanish mainland (1951–2010): from warming to hiatus. *Int. J. Climatol.*, 36(6), 2405-2416. <https://doi.org/10.1002/joc.4519>
- Horcas, R., Rasilla, D., & Fernández-García F. (2001). Temperature variations and trends in the Segura River Basin. An exploratory analysis. In M. Brunet, & D. López, (Eds.), *Detecting and Modeling Regional Climate Change* (pp. 133-142). Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-04313-4\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-662-04313-4_12)
- Huang, B., Thorne, P. W., Banzon, V. F., Boyer, T., Chepurin, G., Lawrimore, J. H., Menne, M. J., Smith, T. M., Vose, R. S., & Zhang, H.-M. (2017). NOAA Extended Reconstructed Sea Surface Temperature (ERSST), Version 5. NOAA National Centers for Environmental Information. <https://doi.org/10.7289/V5T72FNM> NOAA\_ERSST\_V5, proporcionado por el NOAA/OAR/ESRL PSD, Boulder, Colorado, USA. <https://psl.noaa.gov/data/gridded/data.noaa.ersst.v5.html>
- Instituto Cartográfico Valenciano/Infraestructura Valenciana de datos espaciales. Valencian Infrastructure of Spatial Data (Infraestructura Valenciana de Datos Espaciales). <http://www.idev.gva.es/va/inicio>
- Instituto Nacional de Estadística. Población residente por fecha, sexo y edad. <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=9687&L=0>
- Instituto Valenciano de Competitividad Empresarial. Plan de Energía Sostenible de la Comunitat Valenciana 2020. [https://www.ivace.es/images/energia/2018/Plan\\_Energ%C3%ADa\\_Sostenible\\_CV\\_2020\\_Para\\_web.pdf](https://www.ivace.es/images/energia/2018/Plan_Energ%C3%ADa_Sostenible_CV_2020_Para_web.pdf)
- Kalnay E., & Cai M. (2003). Impact of urbanization and land-use change on climate. *Nature*, 423, 528-531. <https://doi.org/10.1038/nature01675>
- Kenawy, A., López-Moreno, I., & Vicente-Serrano, S. M. (2012). Trend and variability of temperature in northeastern Spain (1920–2006): linkage to atmospheric circulation. *Atmospheric Research*, 106, 159-180. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2011.12.006>

- Khaliq, M. N., & Ouarda, M. J. (2007). On the critical values of the standard normal homogeneity test (SNHT). *International Journal of Climatology*, 27(5), 681-687. <https://doi.org/10.1002/joc.1438>
- Lee, D. O. (1992). Urban warming? An analysis of recent trends in London's heat island. *Weather*, 47(2), 50-56. <https://doi.org/10.1002/j.1477-8696.1992.tb05773.x>
- Lemus-Canovas, M., Martin-Vide, J., Moreno-Garcia, M. C., & Lopez-Bustins, J. A. (2020). Estimating Barcelona's metropolitan daytime hot and cold poles using Landsat-8 Land Surface Temperature. *Science of the Total Environment*, 699, 134307. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134307>
- Li, Q., Yang, S., Xu, W., Wang, X. L., Jones, P., Parker, D., Zhou, L., Feng, Y., & Gao, Y. (2015). China experiencing the recent warming hiatus. *Geophys. Res. Lett.*, 42(3), 889-898. <https://doi.org/10.1002/2014GL062773>
- López, A., López, J., Fernández, F., & Arroyo, F. (1988). *El clima urbano de Madrid, La isla de calor*. CSIC.
- Martin-Vide, J., & Moreno-Garcia, M. C. (2020). Probability values for the intensity of Barcelona's urban heat island (Spain). *Atmospheric Research*, 240, 104877. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2020.104877>
- Mckittrick, R. R., & Michaels P. J. (2007). Quantifying the influence of anthropogenic surface processes and inhomogeneities on gridded global climate data. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 112(D24), 1-14. <https://doi.org/10.1029/2007JD008465>
- Mills, S., Weiss, S., & Liang. (2013). C. VIIRS day/night (DNB) stray light characterization and correction. In J.J. Butler, X. Xiong, & X. Gu (Eds.), *SPIE Proceedings* (Vol. 8866, 88661P). Earth Observing Systems XVIII. <https://doi.org/10.1117/12.2023107>
- Miró, J. J., Estrela, M. J., & Barberá, M. J. (2012). Análisis de tendencias de series diarias de temperatura a partir de un downscaling estadístico con datos de reanálisis y redes neuronales. Aplicación a la Comunidad Valenciana. In C. Rodríguez, A. Ceballos, N. González, E. Morán, & A. Hernández-A. (Eds.), *Cambio climático. Extremos e impactos* (Serie A, nº 8, pp. 549-560). Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC).
- Miró, J. J., Estrela, M. J., & Olcina, J. (2016). Reconstrucción de la señal térmica local en la Comunidad Valenciana entre 1948 y 2011 a partir de un downscaling estadístico mediante una red neuronal artificial: detección de patrones locales de cambio. *Boletín De La Asociación De Geógrafos Españoles*, (70). <https://doi.org/10.21138/bage.2165>
- Moberg, A., & Alexandersson H. (1997). Homogenization of Swedish temperature data, Part II: Homogenized gridded air temperature compared with a subset of global gridded air temperature since 1861. *International Journal of Climatology*, 17(1), 35-54. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0088\(199701\)17:1<35::AID-JOC104>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0088(199701)17:1<35::AID-JOC104>3.0.CO;2-F)
- Montávez, J. P., Rodríguez, A., & Jiménez, J. I. (2000). A study of the urban heat island of Granada. *International Journal of Climatology*, 20(8), 899-911. [https://doi.org/10.1002/1097-0088\(20000630\)20:8%3C899::AID-JOC433%3E3.0.CO;2-I](https://doi.org/10.1002/1097-0088(20000630)20:8%3C899::AID-JOC433%3E3.0.CO;2-I)
- Olcina, J. (2020). Clima, cambio climático y riesgos climáticos en el litoral mediterráneo. Oportunidades para la geografía. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 66(1), 159-182. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.629>
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2007). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor, & H. L. Miller, (Eds.). Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar4/syr/>
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2013). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In T.F. Stocker, D. Qin, G. K. Plattner, M. Tignor, S. K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex, & P. M. Midgley (Eds.). Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wgl/>
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In V. P. Masson-Delmotte, A. Zhai, S. L. Pirani, C. Connors, S. Péan, N. Berger, Y. Caud, L. Chen, M. I. Goldfarb, M. Gomis, K. Huang, E. Leitzell, J. B. R. Lonnoy, T. K. Matthews, T. Maycock, O. Waterfield, R. Yu Yelekçi, & B. Zhou (Eds.). Cambridge University Press. In Press. [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Full\\_Report.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Full_Report.pdf)



- Parker, D. E. (2011). Recent land surface air temperature trends assessed using the 20<sup>th</sup> century. *Journal of Geophysical Research*, 116(D20), 1-6. <https://doi.org/10.1029/2011JD016438>
- Puigcerver, M. (1999). *Curs secular de la temperatura a l'observatori Fabra: una anàlisi preliminar*. Sesión inaugural del Curso 1999-2000 de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, Memorias de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona, 957, Vol. LVIII, núm. 2, 74 pp.
- Quereda, J., Gil Olcina, A., Pérez Cuevas, A., Olcina Cantos, J., Rico Amoros, A., & Montón Chiva, E. (2000). Climatic warming in the Spanish Mediterranean: Natural Trend or Urban effect. *Climatic Change*, 46, 473-483. <https://doi.org/10.1023/A:1005688608044>
- Quereda, J., Monton, E., & Quereda, V. (2016). Significant Climatic Warming (1950–2013) in the Spanish Mediterranean: Natural Trend or Urban Heat Island (UHI). *Tethys*, 13, 11-20. <https://doi.org/10.3369/tethys.2016.13.02>
- Quereda, J., Montón, E., & Quereda, V. (2020). Climate Warming in the Spanish Mediterranean: Its Magnitude and Nature. *Tethys*, 17, 1-9. <https://doi.org/10.3369/tethys.2020.17.01>
- Quereda, J., Ruescas, A., Monton, E., Escrig, J., & Mollá B. (2004). Detection of the urban effect over temperature trend by means of NOAA-AVHRR Imagery. In *McCeo, First Mediterranean Conference on Earth Observation* (pp. 32-39).
- Ren, G. Y., Zhou, Y. Q., Chu, Z. Y., Zhou, J. X., Zhang, A. Y., Guo, J., & Liu X. F. (2008). Urbanization effects on observed surface air temperature trends in north China. *Journal of Climate*, 21(6), 1333-1348. <https://doi.org/10.1175/2007JCLI1348.1>
- Roberts, C. D., Palmer, M. D., McNeall, D., & Collins, M. (2015). Quantifying the likelihood of a continued hiatus in global warming. *Nature Climate Change*, 5, 337. <https://doi.org/10.1038/nclimate2531>
- Sachindra, D. A., Ng, A. W. M., Muthukumar, S., & Perera, B. J. C. (2015). Impact of Climate Change on Urban Heat Island Effect and Extreme Temperatures: A Case Study. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 142(694), 172-186. <https://doi.org/10.1002/qj.2642>
- Scafetta, N. (2021). Detection of non-climatic biases in land surface temperature records by comparing climatic data and their model simulations. *Clim Dyn*, 56, 2959-2982. <https://doi.org/10.1007/s00382-021-05626-x>
- Scafetta, N., & Ouyang, S. (2019). Detection of UHI bias in China climate network using Tmin and Tmax surface temperature divergence. *Global and Planetary Change*, 181, 102989. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2019.102989>
- Spanish Emissions Inventory. (2019). Spanish Emissions Inventory System, Ministry for Ecological Transition. Government of Spain. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-volumen2.aspx>
- Trenberth, K. E., Jones, P.D., Ambenje, P., Bojariu, R., Easterling, D., Klein Tank, A., Parker, D., Rahimzadeh, F., Renwick, J.A., Rusticucci, M., Soden, B., & Zhai P. (2007). Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor, & H.L. Miller (Eds.), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4-wg1-chapter3-1.pdf>
- Wrobel, J. (1940). Das Klima von Catalonien und der Provinz Castellon auf Grund der spanischen Wetterbeobachtungender Jahre 1906 bis 1925. *Aus dem Archiv der Deutschen Seewarte und des Marineobservatoriums*.
- Yan, Z. W., Li, Z., Li, Q. X., & Jones P. (2010). Effects of site change and urbanisation in the Beijing temperature series, 1977-2006. *International Journal of Climatology*, 30(8), 1226-1234. <https://doi.org/10.1002/joc.1971>



**Cita bibliográfica:** Saladié, O., & Bustamante, E. (2022). Aumento de rescates en espacios naturales durante Semana Santa 2021 en Cataluña: una consecuencia indirecta de la COVID-19. *Investigaciones Geográficas*, (78), 27-45. <https://doi.org/10.14198/INGEO.20763>

# Aumento de rescates en espacios naturales durante Semana Santa 2021 en Cataluña: una consecuencia indirecta de la COVID-19

*Increase in rescues in Catalonia's natural areas during Easter 2021: an indirect consequence of COVID-19*

Òscar Saladié<sup>1, 2\*</sup>   
Edgar Bustamante<sup>3</sup> 

## Resumen

El objetivo de este estudio es analizar el número, la distribución temporal y la distribución espacial de los rescates de personas en espacios naturales realizados por los Bomberos de la Generalitat de Cataluña. Se han comparado las cifras de Semana Santa 2021 con las de Semana Santa de los cuatro años anteriores al inicio de la pandemia COVID-19 (2016-2019). Los resultados obtenidos demuestran que el número de rescates aumentó de manera significativa (2,5 veces). El incremento en el número de rescates realizados se produjo en mayor medida durante la primera mitad del día y en espacios naturales situados a cotas bajas ( $\leq 500$  m s. n. m.), sin figura de protección específica y cercanos ( $\leq 50$  km) a las ciudades más pobladas. Como ya sucedió durante el verano de 2020, los espacios naturales de Cataluña experimentaron un aumento en el flujo de visitantes y, en consecuencia, un incremento de los accidentes y de los rescates. Los resultados de esta investigación son de interés tanto para los gestores de los servicios de emergencias, como para los gestores de los espacios naturales y abren la puerta a futuras líneas de investigación para analizar la naturaleza efímera o permanente de esta dinámica.

**Palabras clave:** COVID-19; rescates; espacios naturales; Semana Santa; Cataluña.

## Abstract

The objective of this study is to analyse the number, timing, and spatial distribution of rescues performed by the Catalan Fire Department in natural areas. We compared the figures from Easter 2021 with those for Easter in the four years before the COVID-19 pandemic (2016-2019). The results show that the number of rescues increased significantly (2.5 times). The greatest increase corresponds to rescue operations conducted in the morning and in low-altitude areas ( $\leq 500$  m a.s.l.) with no specific protection status and near ( $\leq 50$  km) cities. The natural areas in Catalonia experienced an increase in visitors, as occurred in the summer 2020, and, consequently, an increase in accidents and rescues. The results of this research are of interest to managers of emergency services and managers of such areas. The findings open the door to future research to exploring the ephemeral or permanent nature of this dynamic.

**Keywords:** COVID-19; rescues; natural areas; Easter; Catalonia.

1 Departamento de Geografía. Universitat Rovira i Virgili, Vila-seca, España. [oscar.saladie@urv.cat](mailto:oscar.saladie@urv.cat). \* Autor para correspondencia

2 Cátedra Dow/URV de Desarrollo Sostenible. Universitat Rovira i Virgili, Vila-seca, España.

3 Departamento de Geografía. Universitat Rovira i Virgili, Vila-seca, España. [edgar.bustamante@urv.cat](mailto:edgar.bustamante@urv.cat)

## 1. Introducción

Los espacios naturales posibilitan la realización de una amplia gama de actividades por parte de las personas que los visitan: senderismo, montañismo, escalada, descenso de barrancos, rafting, BTT, cicloturismo, carreras de montaña, observación de aves y esquí, entre otras. Algunas de estas actividades entrañan un evidente riesgo de accidentes, especialmente en zonas montañosas, que pueden ser debidos tanto a factores ambientales (condiciones meteorológicas adversas y orografía compleja), como a factores humanos (errores en la toma de decisiones, condición física inadecuada, falta de preparación, equipamiento inadecuado, etc.) (Chamarro & Fernández-Castro, 2009), pudiendo ser debidos a la combinación de más de uno de estos factores (Daniel et al., 2021; Goode et al., 2015). Las personas que participan en estas actividades pueden resultar heridas o perder la vida (Hamonko et al., 2011; Heggie & Amundson, 2009; Hung & Townes, 2007; Rugg et al., 2020; Soul et al., 2017). Incluso en la práctica del senderismo, que puede parecer una actividad relativamente segura, se pueden producir accidentes de mayor o menor gravedad debido a un calzado inadecuado, no disponer de agua o a unas condiciones meteorológicas adversas (Boore & Bock, 2013). El número cada vez mayor de personas que participan en actividades deportivas y recreativas en espacios naturales ha aumentado la posibilidad de sufrir accidentes que pueden requerir atención médica (Amarowicz et al., 2019; Gardner & Hill, 2002; Johnson et al., 2007; Pearce et al., 2019; Roi, 2021) y, por consiguiente, ha supuesto un aumento en el número de rescates realizados por parte de los servicios de emergencia (Ciesa et al., 2015; Heggie & Heggie, 2009; Lischke et al., 2001; Vanpouille et al., 2021).

Más de seis millones de personas han muerto y más de 500 millones han sido infectadas en todo el planeta desde finales de 2019 por la COVID-19 (OMS, 2022), cuando se diagnosticó el primer caso en Wuhan (China). El confinamiento fue la respuesta adoptada por muchos gobiernos para combatir esta amenaza global. A la espera de una vacuna, el objetivo final de esta drástica medida fue frenar la propagación de la enfermedad. Desafortunadamente, el confinamiento también ha tenido impactos negativos, tanto económicos (Aktar et al., 2021; Coccia, 2021), como sociales (Abel & Gieten-Bastel, 2020; Buonsenso et al., 2020), emocionales y psicológicos (Cerbara et al., 2020; Di Blasi et al., 2021). Una de las restricciones mundiales que se aplicó afectó a la movilidad (Beck & Hensher, 2020; Chinazzi et al., 2020; De Haas et al., 2020).

Los sectores del ocio y el turismo se vieron especialmente afectados (Brouder, 2020; Ugur & Akbiyik, 2020) y el número de visitantes en Espacios Naturales Protegidos (ENP) disminuyó (Manenti et al., 2020). El comienzo y la duración de los confinamientos y el tipo de restricciones impuestas dependieron de cada país. Los ENP experimentaron un aumento significativo en la frecuencia de visitantes a medida que se relajaron las restricciones de movilidad (McGinlay et al., 2020), ya que fueron percibidos, especialmente durante el verano del año 2020, como zonas más seguras que las ciudades o los destinos de turismo masivo en términos de riesgo de contagio. Para mucha gente los espacios naturales resultaron ser una válvula de escape tras meses de duro confinamiento. Una de las consecuencias fue la aglomeración de visitantes (senderistas, escaladores, etc.) en algunos espacios naturales. Los medios de comunicación se hicieron eco de esta situación y, en relación a la situación vivida en verano y otoño del año 2020 en Cataluña, algunos titulares la describieron como una “invasión” o “avalancha” de visitantes, principalmente “escapando” del Área Metropolitana de Barcelona y situando algunos espacios naturales al “borde del colapso” (CCMA, 13/9/2020; Gamissans, 16/10/2020; Rocasalva, 15/10/2020).

Los espacios naturales, especialmente los que se encuentran bajo una figura de protección específica, juegan un papel clave en la conservación del medio natural y también brindan beneficios sociales como espacios de esparcimiento y recreación (Taczanowska et al., 2019). Los gestores de los ENP deben velar por alcanzar los objetivos de conservación de la naturaleza y, a su vez, permitir ciertas actividades o usos específicos (Butzmann & Job, 2016; Jahani et al., 2020; Zhang et al., 2019) que contribuyen al desarrollo de las comunidades locales. Además, los espacios naturales están asociados positivamente con la salud y el bienestar humanos (Martin et al., 2020). McGinley et al. (2020) afirman que los principales retos a los que deben hacer frente los gestores de los ENP en Europa, como consecuencia de la irrupción del COVID-19, son: (i) congestión de tráfico hacia y en el interior de los ENP; (ii) problemas con el estacionamiento de vehículos; (iii) aglomeración de visitantes; (iv) comportamiento inadecuado de los visitantes; (v) mantenimiento de la distancia social; (vi) conflictividad entre visitantes y residentes; y

(vii) cancelación de actividades culturales y educativas. Algunos espacios naturales pueden hacer frente a estos retos puesto que su nivel de protección les proporciona suficientes recursos y personal (Dudley, 2008; Stolton et al., 2013), pero muchos otros no están preparados para tal avalancha de visitantes, lo que amenaza seriamente su sostenibilidad (Seraphin y Dosquet, 2020).

El Gobierno español decretó el primer Estado de Alarma (BOE, 2020) el 14 de marzo de 2020. Tenía que tener una vigencia de 15 días (16-29 de marzo), pero fue prorrogado progresivamente hasta el 21 de junio de 2020, contabilizando un período de 98 días. En un primer momento, a los ciudadanos de todo el país se les restringieron algunas de sus actividades, quedando la circulación por las vías de uso público circunscrita a la adquisición de alimentos, productos farmacéuticos y de primera necesidad; la asistencia a centros, servicios y establecimientos sanitarios; el desplazamiento al lugar de trabajo para efectuar su prestación laboral, profesional o empresarial; el retorno al lugar de residencia habitual; la asistencia y cuidado a mayores, menores, dependientes, personas con discapacidad o personas especialmente vulnerables; el desplazamiento a entidades financieras y de seguros; causa de fuerza mayor o situación de necesidad; o cualquier otra actividad de análoga naturaleza que se tenía que hacer de manera individual, salvo que se acompañase a personas con discapacidad o por otra causa justificada. Sin embargo, las restricciones no fueron las mismas durante todo el período. El 28 de abril de 2020 el Gobierno aprobó el Plan para la Transición hacia una Nueva Normalidad (La Moncloa, 2021). Se trataba de un plan de desescalada de las restricciones basado en varias fases:

- (i) Fase 0 (4-10 de mayo de 2020). Preparación: medida general de riesgo sanitario mínimo.
- (ii) Fases 1, 2 y 3 (11 de mayo-30 de junio de 2020). Reactivación económica y desescalada social. Estas fases debían ser graduales, asimétricas y coordinadas.
- (iii) Nueva normalidad I (1 de julio-15 de septiembre de 2020). Nuevos hábitos.
- (iv) Nueva normalidad II. Inicio del curso escolar a mediados de septiembre con seguridad adaptada y una vez adquiridos los nuevos hábitos.

El aumento en el número de visitantes en los espacios naturales detectado en las investigaciones realizadas con anterioridad a la irrupción del COVID-19 ha seguido una tendencia gradual. Por contra, la relajación de las restricciones asociadas al primer confinamiento dio como resultado un cambio abrupto tanto en el número de personas que visitaron estos lugares (Departament de Territori i Sostenibilitat, 2021), como en el número de accidentes sufridos y, en consecuencia, en el número de rescates realizados por parte de los servicios de emergencia, tal y como han documentado Saladié et al. (2021).

Un nuevo Estado de Alarma estuvo vigente en España desde el 25 de octubre de 2020 y hasta el 9 de mayo de 2021. Sin llegar a implementarse las medidas extremas que estuvieron en vigor durante las siete semanas posteriores al inicio del primer confinamiento, sí que hubo determinadas restricciones, también por lo que respecta a la movilidad. Unas restricciones que variaron a lo largo de este periodo, habiendo de justificar desplazamientos fuera de la comunidad autónoma, de la comarca o hasta del propio municipio de residencia. Algunas restricciones se mantuvieron en Cataluña durante Semana Santa 2021 (cierre perimetral de la región y toque de queda entre las diez de la noche y las seis de la mañana), pero se levantó el confinamiento comarcal en el caso de desplazamientos individuales o en el marco de la propia burbuja de convivencia (Moreno, 25/3/2021).

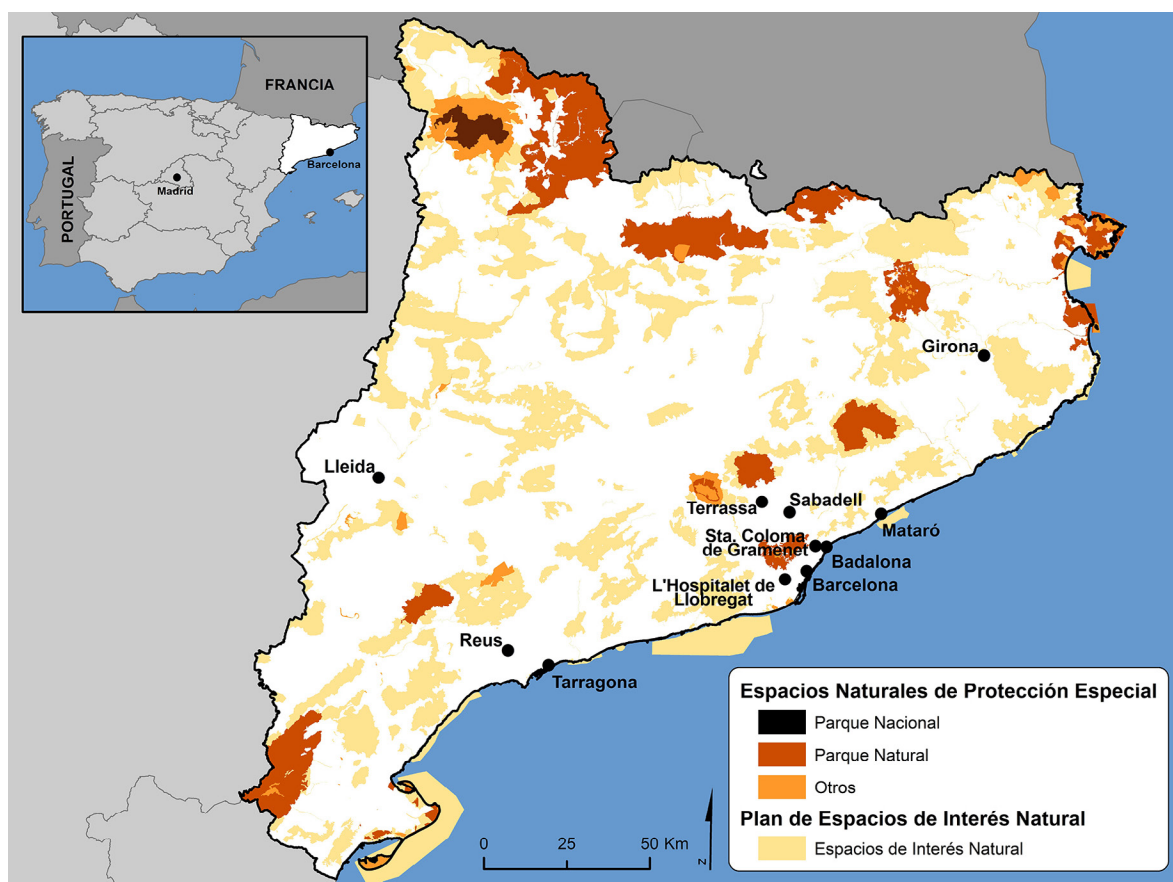
Teniendo en cuenta la información anterior, el objetivo de este estudio es analizar el número, la distribución temporal y la distribución espacial de los rescates de personas en espacios naturales realizados por los Bomberos de la Generalitat de Cataluña. Concretamente, se han comparado las cifras de Semana Santa 2021 con las de Semana Santa del año 2020 y, especialmente, con las de los cuatro años anteriores a la pandemia (2016-2019). Esta investigación es de interés tanto para los gestores de los espacios naturales como para los gestores de los servicios de emergencias. A diferencia de otros campos de estudio en que los efectos indirectos de la pandemia COVID-19 han sido abordados ampliamente en la literatura como, por ejemplo, las mejoras ambientales (Arora et al., 2020; Menut et al., 2020; Toro et al., 2021, entre otros) o la disminución de los accidentes de tráfico (Brodeur et al., 2021; Dicker et al., 2020; Katrakazas et al., 2020; Saladié et al., 2020; entre otros), que pueden tener un carácter efímero, los rescates en espacios naturales han tenido una menor atención en la literatura académica (Saladié et al., 2021).

## 2. Metodología

Cataluña dispone de una amplia red de ENP distribuidos a lo largo y ancho del territorio (Figura 1).<sup>4</sup> El denominado Sistema Catalán de Espacios Naturales Protegidos se divide en dos categorías: los Espacios de Interés Natural (EIN), que incluyen la Red Natura 2000; y los Espacios Naturales de Protección Especial (ENPE), del que forman parte el único Parque Nacional en territorio catalán (Aigüestortes i Estany de Sant Maurici) y su zona periférica de protección, 14 Parques Naturales, 7 Parajes Naturales de Interés Nacional y 64 Reservas Naturales. En total 1.110 km<sup>2</sup>, de los cuales el 92 % son terrestres. Existen otras áreas naturales sin un nivel de protección determinado, es decir, únicamente se encuentran bajo la protección existente en cualquier zona de Cataluña que no forme parte del Sistema Catalán de Espacios Naturales.

La *Direcció General de Prevenció, Extinció d'Incendis i Salvaments* (DGPEIS) facilitó los datos sobre rescates en espacios naturales llevados a cabo por parte del cuerpo de Bomberos de la Generalitat de Catalunya, quien da respuesta a determinados tipos de emergencias en toda Cataluña, con la única excepción de la ciudad de Barcelona, que cuenta con su propio cuerpo de bomberos. El *Centre d'Atenció i Gestió de Trucades d'Urgència 112 Catalunya* centraliza todas las llamadas de emergencia recibidas a través del número 112 y las clasifica según el tipo de intervención requerida. A continuación, se notifica al servicio (o servicios) de emergencia más adecuado: Sistema de Emergencias Médicas (SEM), *Mossos d'Esquadra* y/o Bomberos. Cuando se requiere la intervención de estos últimos, desde la sede de la Región de Emergencias donde se ha producido la emergencia se activan los recursos necesarios y adecuados para dar respuesta a dicha emergencia. En el caso de algunos servicios, como los rescates de montaña, se puede activar el *Grup de Recolzament d'Actuacions Especials* (GRAE), que se traslada en helicóptero hasta el lugar donde se ha producido la emergencia.

Figura 1. Espacios Naturales Protegidos en Cataluña y ciudades > 100.000 habitantes



Fuente: Hipemapa, SIG Corporatiu de la Generalitat de Catalunya. Elaboración propia

<sup>4</sup> SIG Sistema Catalán de Espacios Naturales Protegidos (<http://sig.gencat.cat/visors/enaturals.html>).

El período de estudio es Semana Santa de los años 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021 (Tabla 1). Cada año incluye cuatro días festivos en Cataluña, dos sábados y cuatro días no festivos, aunque sin actividad escolar. La localización de las fiestas de Semana Santa en el calendario varía de un año a otro. La información proporcionada por la DGPEIS para cada rescate fue la siguiente: fecha (día, mes y año), hora en que empezó el rescate, municipio y coordenadas UTM. En el presente estudio se ha comparado el número total de rescates y los promedios diarios de Semana Santa 2021, con los de Semana Santa de 2020 (en pleno confinamiento) y con el promedio de Semana Santa de los años 2016-2019, siguiendo una aproximación similar a la de Saladié et al. (2021). El análisis también ha tenido en cuenta el momento en que comenzó el rescate, la altitud a la que tuvo lugar, la distancia a la ciudad más cercana con más de 100.000 habitantes y el nivel de protección del espacio natural.

Tabla 1. Período de estudio. En rojo domingos y días festivos en Cataluña

Semana Santa	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Sábado	19/03	08/04	24/03	13/04	04/04	27/03
<b>Domingo de Ramos</b>	<b>20/03</b>	<b>09/04</b>	<b>25/03</b>	<b>14/04</b>	<b>05/04</b>	<b>28/03</b>
Lunes	21/03	10/04	26/03	15/04	06/04	29/03
Martes	22/03	11/04	27/03	16/04	07/04	30/03
Miércoles	23/03	12/04	28/03	17/04	08/04	31/03
Jueves Santo	24/03	13/04	29/03	18/04	09/04	01/04
<b>Viernes Santo</b>	<b>25/03</b>	<b>14/04</b>	<b>30/03</b>	<b>19/04</b>	<b>10/04</b>	<b>02/04</b>
Sábado de Gloria	26/03	15/04	31/03	20/04	11/04	03/04
<b>Domingo de Resurrección</b>	<b>27/03</b>	<b>16/04</b>	<b>01/04</b>	<b>21/04</b>	<b>12/04</b>	<b>04/04</b>
<b>Lunes de Pascua</b>	<b>28/03</b>	<b>17/04</b>	<b>02/04</b>	<b>22/04</b>	<b>13/04</b>	<b>05/04</b>

Elaboración propia

La Tabla 2 muestra los umbrales de distancia y los niveles de protección de los espacios naturales utilizados por Saladié et al. (2021) y que se han replicado en este estudio. También muestra los umbrales de altitud adaptados y, finalmente, los intervalos de tiempo. Semana Santa sigue el calendario lunar y la madrugada del último domingo del mes de marzo se produce el cambio de horario de invierno a horario de verano. En relación al período de estudio, el día 19 de marzo de 2016 la salida del Sol tuvo lugar hacia las 7 de la mañana (UTC+1), mientras que, a finales de marzo, una vez realizado el cambio horario (UTC+2), salió hacia las 8 de la mañana. El ocaso varía entre las 19 horas durante la segunda mitad del mes de marzo (antes del cambio horario) y las 20:30 el 22 de abril de 2019. Teniendo en cuenta dicha información, se han definido tres intervalos temporales: desde el amanecer del día en cuestión hasta las 13:30; desde las 13:31 hasta el anochecer; y desde el anochecer hasta el amanecer del día siguiente. Esta división permite establecer dos franjas horarias diurnas lo más homogéneas posible.

Tabla 2. Nivel de protección de los espacios naturales y umbrales de distancia, altitud y tiempo

Nivel de protección	Distancia	Altitud	Franja horaria
ENPE <sup>5</sup>	≤50 km	≤500 m	Orto - 13:30
EIN	50,1-100 km	501-1000 m	13:31 - Ocaso
Otros EN <sup>6</sup>	>100 km	1001-2000 m	Ocaso - Orto
		>2000 m	

Fuente: Saladié et al. (2021). Elaboración propia

Se han aplicado una prueba t de Student para comparar si la diferencia en el promedio del número de rescates era estadísticamente significativa y una prueba de chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) para analizar si la diferencia en la distribución de los rescates (temporal, altitud, nivel de protección y distancia) era estadísticamente significativa. Igualmente se ha aplicado la función de estimación de densidad de Kernel para calcular la

5 Incluye Parque Nacional, Parque Natural, Paraje Natural de Interés Nacional y Reserva Natural.

6 Espacio Natural sin estatus de protección específico.

concentración de los rescates y disponer del mapa de calor que mostrase, de forma diferenciada, aquellas zonas con una mayor o menor concentración de rescates.

### 3. Resultados

#### 3.1. Distribución temporal de los rescates en espacios naturales

En la Tabla 3 se muestra el número de rescates en espacios naturales realizados por los Bomberos de la Generalitat de Cataluña durante los diez días del período de Semana Santa de los años 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021, el promedio del período 2016-2019, el promedio diario, el número de rescates durante los cuatro días festivos desde Viernes Santo hasta Lunes de Pascua para los mismos seis años, el promedio del período 2016-2019, el porcentaje que los rescates realizados en estos cuatro días representan sobre el total y el promedio diario.

Los 93 rescates realizados durante Semana Santa 2021 representan 2,5 veces más rescates de los que tuvieron lugar, en promedio, durante el período 2016-2019. El promedio diario aumentó de 3,7 a 9,3 rescates. La diferencia es estadísticamente significativa ( $t = 4,02518$ ;  $p < 0,01$ ). Hay que hacer notar que el valor promedio del período 2016-2019 es fruto de un comportamiento bastante desigual entre los diferentes años: un reducido número de rescates durante los años 2018 y 2019; y un número mucho mayor en los años 2016 y 2017. El número de rescates durante Semana Santa 2021 casi cuadruplicó los que se realizaron el año 2019, mientras que el incremento fue del 86 % en relación al año 2017. Durante Semana Santa 2020, en pleno confinamiento, únicamente se realizaron 2 rescates en espacios naturales. En los rescates realizados durante Semana Santa 2021 murieron 3 personas, mientras que, de promedio, durante los años 2016-2019 falleció 1 persona.

Tabla 3. Rescates en espacios naturales durante Semana Santa y promedio diario

Año	Total	$\bar{X}$	VS-LP <sup>7</sup> (% st)	$\bar{X}$
2016	40	4,0	25 (62,5 %)	6,3
2017	50	5,0	25 (50,0 %)	6,3
2018	31	3,1	15 (48,4 %)	3,8
2019	26	2,6	14 (53,8 %)	3,5
2020	2	0,2	0 (0 %)	0
2021	93	9,3	50 (53,8 %)	12,5
$\bar{X}$ 2016-2019	37	3,7	20 (53,7 %)	5,0

Elaboración propia

La Figura 2 muestra la distribución diaria de rescates durante los 10 días de Semana Santa 2021 y el promedio del período 2016-2019. El patrón es muy similar, pero se pueden observar dos divergencias: en Semana Santa 2021 (i) el mayor número de rescates se produjo el Domingo de Resurrección y (ii) el número de rescates realizados durante el Lunes de Pascua fue mayor que los que se produjeron en los cuatro días no festivos entre Domingo de Ramos y Viernes Santo. No obstante, el extraordinario incremento del número de rescates en espacios naturales no ha supuesto un cambio significativo en la distribución diaria de los mismos cuando se compara 2021 con el promedio del período 2016-2019 ( $\chi^2 = 2,8848$ ;  $p = 0,409722$ ).

La Tabla 4 muestra la distribución de los rescates teniendo en cuenta el momento del día en que se iniciaron. Como se puede observar, durante el período 2016-2019 la mitad de los rescates tuvieron lugar por la tarde, un poco más de una tercera parte por la mañana y uno de cada diez por la noche. En 2021 se produjo un aumento considerable en el número de rescates que tuvieron lugar por la tarde y, especialmente, por la mañana. Los nocturnos se redujeron a únicamente 2, aunque ya partían de un número bajo. En consecuencia, los rescates llevados a cabo por la tarde aumentaron ligeramente en términos relativos y los de la mañana lo hicieron en más de 4 puntos. Tampoco en este caso el aumento en el número de rescates ha supuesto un cambio estadísticamente significativo en su distribución horaria ( $\chi^2 = 4,6399$ ;  $p = 0,09828$ ).

<sup>7</sup> VS-LP: Incluye los cuatro días que hay entre Viernes Santo y lunes de Pascua.



Figura 2. Distribución diaria de los rescates en espacios naturales: Semana Santa 2021 y promedio Semana Santa 2016-2019

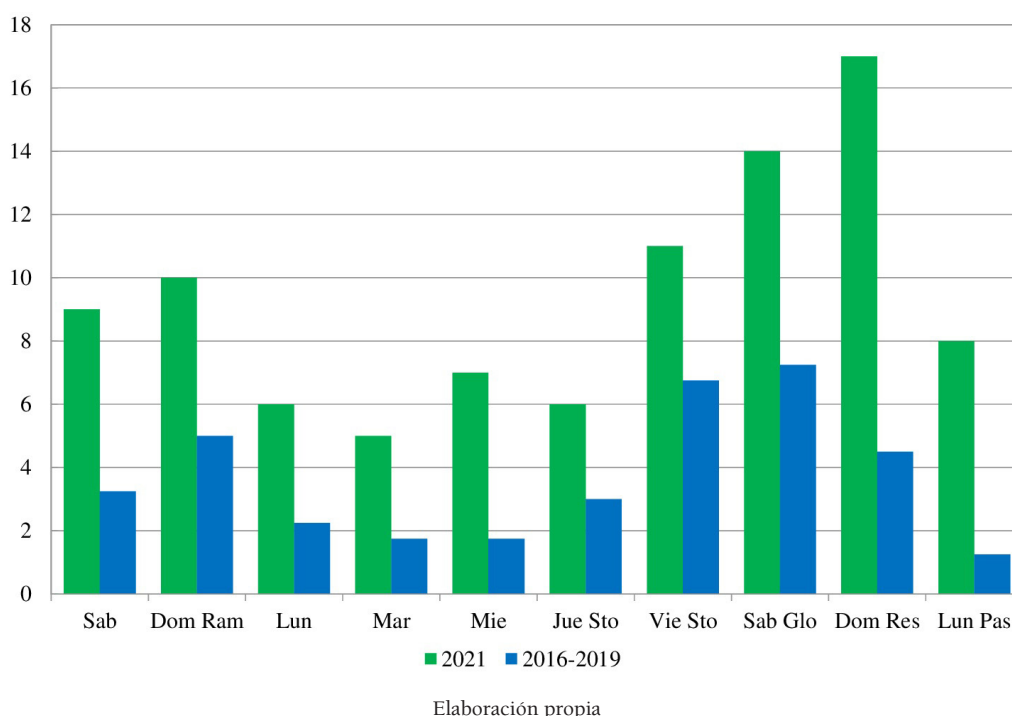


Tabla 4. Distribución de los rescates en espacios naturales según franja horaria: Semana Santa 2021 y promedio Semana Santa 2016-2019

Franja horaria	2021	$\bar{x}$ 2016-2019	$\Delta\%$
Orto – 13:30	42 (45,2 %)	14 (37,8 %)	+200,0 %
13:31 – Ocaso	49 (52,7 %)	19 (51,4 %)	+157,9 %
Ocaso – Orto	2 (2,1 %)	4 (10,8 %)	-50,0 %

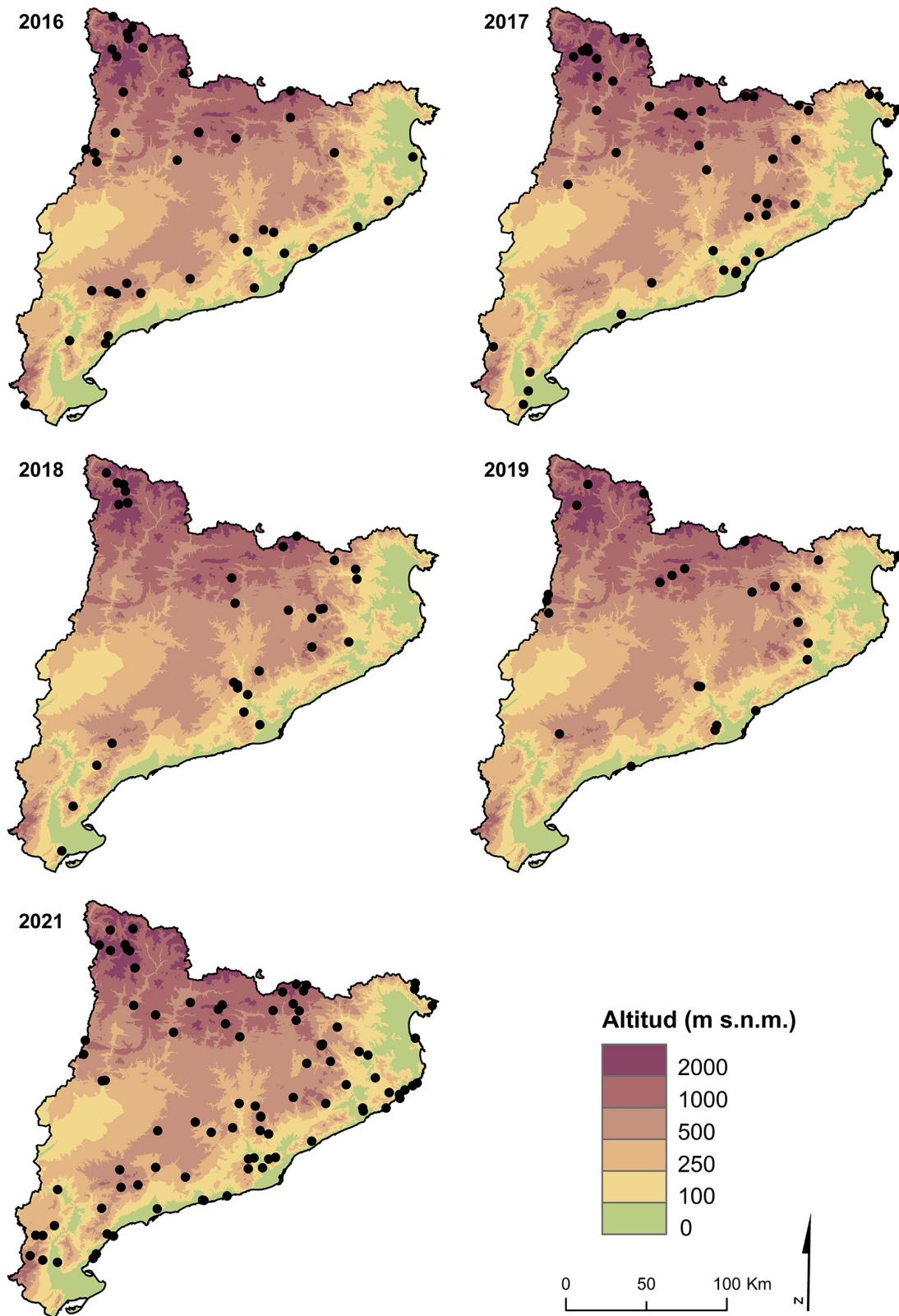
Elaboración propia

### 3.2. Distribución espacial de los rescates en espacios naturales

La Figura 3 muestra el mapa de Cataluña diferenciando el territorio teniendo en cuenta la altitud sobre el nivel de mar y la localización de los rescates en espacios naturales realizados por los Bomberos de la Generalitat de Cataluña durante Semana Santa de los años 2016, 2017, 2018, 2019 y 2021. Los rescates realizados en el año 2021, mucho más numerosos, se circunscriben fundamentalmente a las dos cordilleras en donde, en años normales, especialmente 2016 y 2017, ya se realizaron más rescates: los Pirineos (zona septentrional del área de estudio) y la Cordillera Prelitoral (eje montañoso paralelo al mar Mediterráneo). En el mapa del año 2021 también destaca la zona montañosa más cercana a la ciudad de Barcelona (Cordillera Litoral) y una zona litoral rocosa en el nordeste.

La distribución de los rescates en espacios naturales —teniendo en cuenta los cuatro umbrales de altitud definidos en el apartado metodológico— se muestra en la Tabla 5. El número de rescates llevados a cabo por encima de los 2.000 metros de altitud se mantuvo estable, mientras que en el resto de umbrales aumentaron de manera clara, mayor cuanto menor era la altitud a la que tuvieron lugar. Como se puede observar, el aumento de rescates en números absolutos de los dos umbrales centrales (501-1.000 m s.n.m. y 1.001-2.000 m s.n.m.) prácticamente no supuso variación alguna en relación al peso relativo que tuvieron durante el periodo 2016-2019. La diferencia se encuentra en los dos umbrales extremos: los rescates en cotas inferiores o iguales a 500 metros sobre el nivel del mar representaron más del 50 % en 2021 y, en cambio, los realizados por encima de los 2.000 metros no llegaron a alcanzar el 10 % del total. A pesar de ello, la diferencia en la distribución de los rescates según la altitud de la zona donde se realizaron no es estadísticamente significativa ( $\chi^2 = 5,3038$ ;  $p = 0,150858$ ).

Figura 3. Distribución espacial de los rescates en espacios naturales y altitud: Semana Santa 2016, 2017, 2018, 2019 y 2021



Fuente: Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. Elaboración propia

Tabla 5. Frecuencia de los rescates en espacios naturales según altitud y nivel de protección: Semana Santa 2021 y promedio Semana Santa 2016-2019

Altitud	2021	$\bar{x}$ 2016-2019	$\Delta\%$
$\leq 500$ m s.n.m.	48 (51,6 %)	13 (35,2 %)	+269,2 %
501 – 1000 m s.n.m.	22 (23,7 %)	9 (24,3 %)	+144,4 %
1001 - 2000 m s.n.m.	15 (16,1 %)	7 (18,9 %)	+114,3 %
> 2000 m s.n.m.	8 (8,6 %)	8 (21,6 %)	=
Nivel de protección	2021	$\bar{x}$ 2016-2019	$\Delta\%$
ENPE	23 (24,7 %)	13 (35,2 %)	+76,9 %
EIN	29 (31,2 %)	12 (32,4 %)	+141,7 %
Otros EN	41 (44,1 %)	12 (32,4 %)	+241,7 %

Elaboración propia

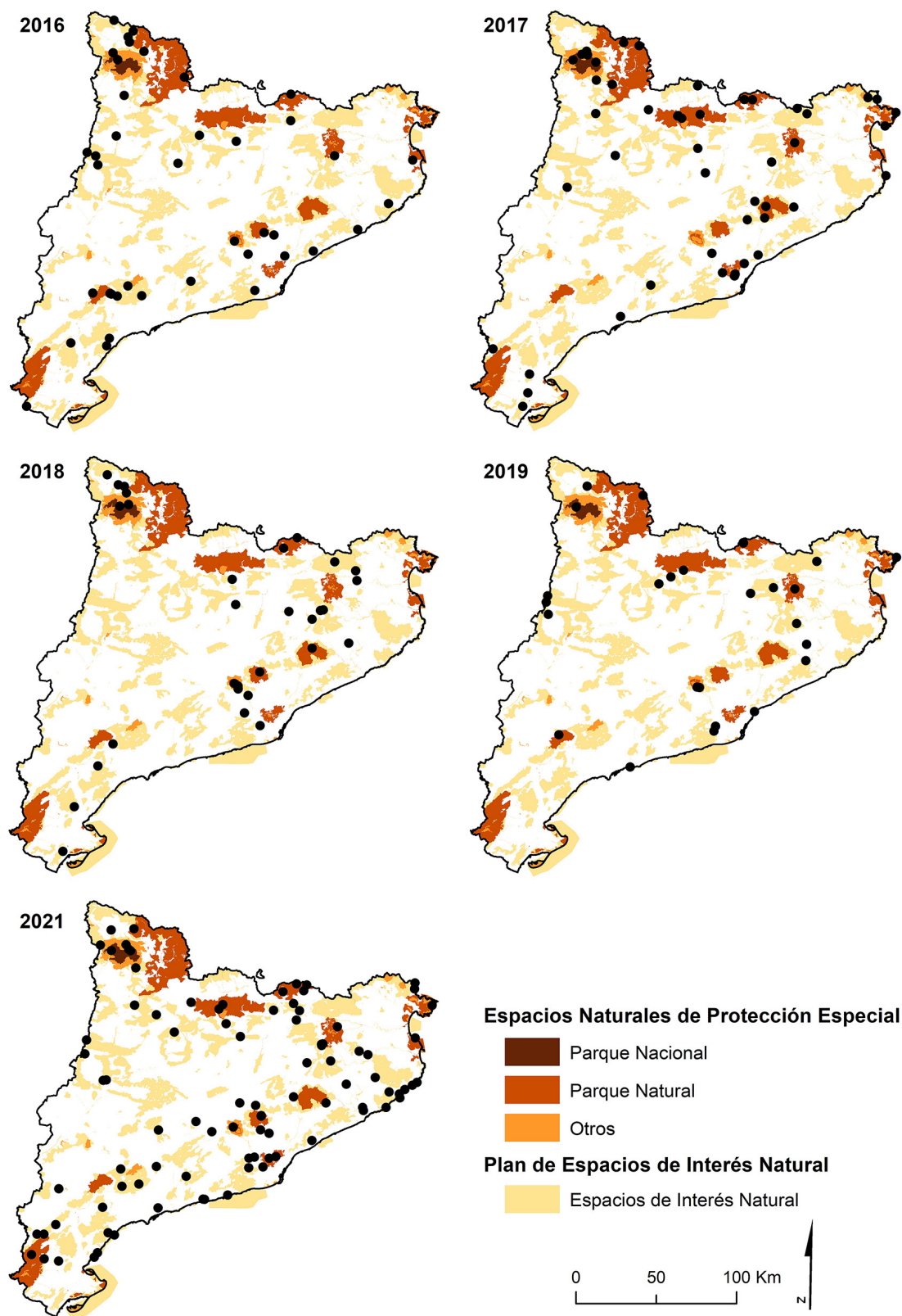
La Figura 4 presenta la distribución de los rescates en espacios naturales durante los mismos cinco años en relación a la localización de los Espacios Naturales Protegidos (ENPE y EIN). El corto periodo de tiempo analizado (diez días) no permite identificar de manera clara Espacios Naturales Protegidos con un elevado número de rescates, especialmente en los años pre-pandemia, pero tampoco durante Semana Santa 2021. En cambio, este último mapa sí que permite percibir el mayor número de rescates en relación a los años anteriores, especialmente en espacios naturales que no disponen de una figura de protección específica. Es decir, no son Espacios Naturales de Protección Especial ni tampoco Espacios de Interés Natural. Esta percepción visual queda demostrada con los resultados que se muestran en la Tabla 5. El número de rescates aumentó en las tres categorías establecidas, pero aumentó mucho más en los EIN que en los ENPE y mucho más en los espacios naturales sin figura de protección específica que en los EIN.

Los rescates durante el periodo 2016-2019 muestran una distribución prácticamente equilibrada entre las tres categorías y con los ENPE ligeramente por encima. En cambio, durante Semana Santa 2021 los rescates realizados en los espacios naturales sin figura de protección específica representaron más del 40 % del total. Este aumento relativo es a cuenta del peso relativo de los rescates en los ENPE, puesto que los EIN mantuvieron un porcentaje similar a los del periodo de referencia 2016-2019. El resultado es que la diferencia en la distribución de los rescates tampoco es estadísticamente significativa ( $\chi^2 = 1.9294$ ;  $p = 0,381091$ ).

La Figura 5 muestra la mayor o menor concentración espacial de los rescates en espacios naturales durante Semana Santa de los años 2016, 2017 y 2020. La reducida cantidad de rescates realizados durante el mismo periodo de los años 2018 y 2019 ha motivado la exclusión de los mapas de sendos años. En los tres mapas destaca la concentración de rescates en el sector occidental de los Pirineos catalanes, en donde se encuentra el Parque Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici y el Parque Natural de l'Alt Pirineu. No obstante, en el caso de Semana Santa 2016 este punto caliente, en comparación a 2021, se encuentra en un segundo nivel (naranja). No hay ninguna otra zona que en los años 2016 y 2017 alcance el nivel máximo de concentración (rojo). En cambio durante Semana Santa 2021 otras tres zonas presentan el nivel máximo: (i) la zona montañosa alrededor del área metropolitana de Barcelona, donde se encuentran el Parque Natural de Collserola (Cordillera Litoral), el Parque Natural de la Muntanya de Montserrat y el Parque Natural de Sant Llorenç del Munt i l'Obac (ambos en la Cordillera Prelitoral); (ii) el eje que conforma el Pirineo oriental catalán con la Cordillera Transversal, donde se encuentran el Parque Natural de les Capçaleres del Ter i del Freser y el Parque Natural de la Zona Volcànica de la Garrotxa; y (iii) la zona litoral nororiental con presencia rocosa situada entre Lloret de Mar y Palafrugell. En el extremo sur de Cataluña destaca (segundo nivel de concentración) el Parque Natural dels Ports (Cordillera Prelitoral).

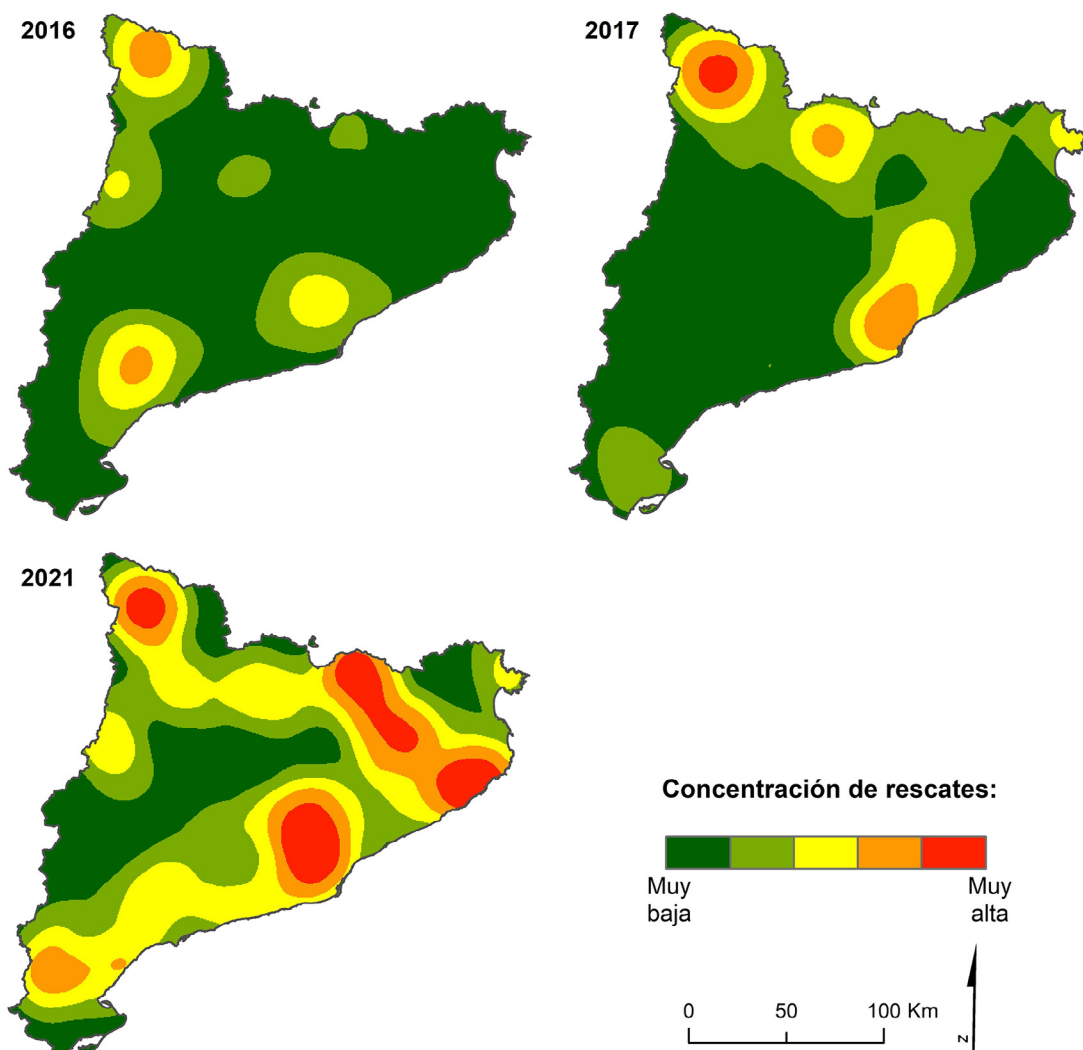
Finalmente, la Tabla 6 muestra la distribución de los rescates en espacios naturales teniendo en cuenta la distancia a la ciudad más próxima de más de 100.000 habitantes (Figura 1). El número de rescates aumentó en los tres intervalos de distancia definidos; no obstante, el aumento fue mayor entre los que tuvieron lugar a una menor distancia de las zonas más densamente pobladas, que aumentaron su peso relativo con casi dos tercios del total. Con todo, la diferencia en la distribución tampoco resultó ser estadísticamente significativa ( $\chi^2 = 2.7616$ ;  $p = 0,251381$ ).

Figura 4. Distribución espacial de los rescates en espacios naturales y nivel de protección: Semana Santa 2016, 2017, 2018, 2019 y 2021



Fuente: Hipemapa, SIG Corporatiu de la Generalitat de Catalunya. Elaboración propia

Figura 5. Concentración espacial de los rescates en espacios naturales: Semana Santa 2016, 2017 y 2021



Elaboración propia

Tabla 6. Frecuencia de los rescates en espacios naturales según distancia a la ciudad más próxima > 100.000 habitantes: Semana Santa 2021 y promedio Semana Santa 2016-2019

Distancia	2021	$\bar{x}$ 2016-2019	$\Delta\%$
≤ 50 km	57 (61,3 %)	20 (53,1 %)	+185,0 %
50,1 – 100 km	28 (30,1 %)	10 (27,9 %)	+180,0 %
>100 km	8 (8,6 %)	7 (19,0 %)	+14,3 %

Elaboración propia

#### 4. Discusión

Los resultados obtenidos demuestran que el número de rescates en espacios naturales realizados por los Bomberos de la Generalitat de Cataluña aumentó de manera significativa (+151 %) durante Semana Santa 2021, en comparación con el mismo periodo de diez días de los años 2016-2019. Un aumento que, en gran medida, puede ser una consecuencia indirecta de la COVID-19. No obstante, también hay que mencionar que la variabilidad interanual en el número de rescates en años no anómalos puede ser elevada. La mayor o menor variabilidad puede ser debida a la incidencia de alguno de los factores, especialmente de carácter ambiental, indicados en el apartado introductorio y no analizados en este estudio. No parece

que en esta mayor o menor variabilidad influya de manera significativa el hecho que Semana Santa no tenga una fecha fija en el calendario, puesto que tuvo lugar en las mismas fechas en 2017 y 2019 y el número de rescates fue mucho mayor en el primero de estos años. Así pues, una gran parte del aumento acaecido en Semana Santa 2021 debe estar determinado por la mayor afluencia de visitantes a los espacios naturales. Estas personas decidieron desplazarse a un espacio natural aprovechando la flexibilización en las restricciones de movilidad impuestas en el marco del Estado de Alarma vigente en España desde el 25 de octubre de 2020 y hasta el 9 de mayo de 2021 y que, en parte, escogieron este tipo de destino por ser considerado más seguro en términos de riesgo de contagio de la COVID-19 (Seraphin y Dosquet, 2020).

Los datos de visitantes en los espacios naturales catalanes durante Semana Santa 2021 aún no están disponibles. El número de visitantes únicamente se contabiliza en el caso de los Espacios Naturales de Protección Especial y en algunos Espacios de Interés Natural, que cuentan con equipo e infraestructura suficiente para realizar dicha tarea. El hecho de no poder realizar un análisis en profundidad de la relación entre rescates y aumento de visitantes en espacios naturales limita la discusión de los resultados. No obstante, los medios de comunicación se hicieron eco de esta mayor presencia de visitantes (CCMA, 8/4/2021; Duran, 5/4/2021). Unos medios de comunicación que previamente ya habían informado de las medidas que se empezaron a implementar en algunos espacios naturales para regular o restringir el número de visitantes, previendo dicho aumento (CCMA, 3/4/2021; Ràdio Olot, 29/3/2021; Viladomat, 18/3/2021). Unas medidas que tuvieron como objetivo final evitar que un exceso de visitantes comprometiera la sostenibilidad de los espacios naturales y la calidad de los recursos naturales que atraen a los visitantes (Mateos et al., 2020; Maldonado-Oré & Custodio, 2021). La no disponibilidad de datos de afluencia imposibilita el análisis de la relación entre ambas variables, a lo que hay que añadir que las características de ciertos espacios naturales hacen que sea más o menos propicio que se produzcan accidentes que requieran de la intervención de los servicios de emergencia. Por ejemplo, un ENPE que durante Semana Santa 2021 recibió miles de visitantes fue el Parque Natural del Delta de l'Ebre, pero no se realizó ningún rescate por parte de los Bomberos de la Generalitat de Cataluña.

Aunque no ha sido posible cuantificar la relación entre el aumento de visitantes y el aumento de los rescates, sí que se puede constatar que a mayor presencia de personas en los espacios naturales el riesgo de que se produzcan accidentes es mayor, más aún si se demuestra que una parte de estos nuevos visitantes son personas con una baja o insuficiente preparación para una determinada actividad a realizar en el medio natural. El resultado es una activación mucho más frecuente de los servicios de emergencias. Los gestores de los Espacios Naturales Protegidos y las autoridades públicas en general deben implementar medidas para prevenir los accidentes (Mason et al., 2013; Kortenkamp et al., 2017), más aún en la situación actual de aumento de visitantes como consecuencia indirecta de la COVID-19. Desde verano del año 2020 los gestores de los espacios naturales han tenido que hacer frente a la llegada en masa de visitantes, una situación que puede comprometer la sostenibilidad de los mismos por el hecho de exceder su capacidad de carga. La implementación de medidas que regulen o incluso restrinjan el acceso de los visitantes a los espacios naturales puede evitar la degradación de los recursos naturales (McGinley et al., 2020), pero también puede contribuir a reducir el número de accidentes y, en consecuencia, de los rescates. La prevención o minimización de los accidentes en espacios naturales también es responsabilidad de los propios visitantes. Es necesario preparar adecuadamente la actividad a realizar, con un conocimiento suficiente de las características de la zona (orografía y meteorología) e ir equipado de forma apropiada (ropa, calzado, agua y comida suficiente), incluyendo un teléfono móvil (Boore & Bock, 2013). El área debe tener señal de Internet, aspecto que no siempre está garantizado en algunos enclaves montañosos. La zona debe poder ser identificada lo más rápidamente posible una vez se establezca la comunicación entre los servicios de emergencia y la persona o personas a rescatar.

La excepcionalidad de la situación vivida en los espacios naturales catalanes durante Semana Santa 2021 es aún más evidente cuando se compara el promedio de rescates diarios durante este periodo con los que tuvieron lugar durante julio y agosto de 2020. Según Saladié et al. (2021) fueron 5,7 rescates diarios los que, de promedio, realizaron los Bomberos de la Generalitat de Cataluña durante el mes de agosto de 2020 y 8 durante los fines de semana del mes de julio del mismo año. Valores por debajo de los 9,3 rescates diarios durante los diez días de Semana Santa 2021 (+63,2 % en relación a agosto 2020) y de los 12,5 de los cuatro días principales de Semana Santa en Cataluña (+56,3 % en relación a fines de semana de julio 2020). Una excepcionalidad que queda reforzada por el hecho de que el promedio de rescates diarios durante agosto del periodo 2016-2019 fue el mismo que para Semana Santa de los mismos años

(3,7) y fue muy poca la diferencia entre los rescates diarios durante los fines de semana de julio de los cuatro años pre-pandemia y los que tuvieron lugar durante los cuatro días principales de Semana Santa del mismo periodo (5,6 y 5 rescates, respectivamente).

El número de rescates realizados aumentó en las dos franjas horarias diurnas definidas, aunque este incremento fue mayor en la de la primera mitad del día. Un resultado que puede estar vinculado al hecho de que también han aumentado en mayor medida los rescates localizados a una menor distancia ( $\leq 50$  km) de las zonas más densamente pobladas. Si el Espacio Natural se encuentra cerca del lugar de residencia, el tiempo empleado para realizar el desplazamiento es menor, las actividades previstas pueden empezar antes y, por tanto, la probabilidad de tener un accidente y necesitar la ayuda de los servicios de emergencia, en el caso del presente estudio los bomberos, también se adelanta en el tiempo. No obstante, la mayor parte de los rescates realizados durante Semana Santa 2021 tuvo lugar por la tarde, con una proporción similar a la del periodo 2016-2019. La disminución en números absolutos y, por consiguiente, también en números relativos, de los rescates nocturnos puede estar relacionada con el toque de queda existente a partir de las diez de la noche. Los intervalos temporales son diferentes a los establecidos por Saladié et al. (2021). Las diferencias en la salida/puesta del sol entre primavera y verano, así como el menor número de rescates al ser el período de análisis estudiado mucho más corto (diez días), justifican el hecho de utilizar únicamente tres intervalos.

La distribución de los rescates teniendo en cuenta la altitud muestra como el número de los ocurridos en las cotas más elevadas ( $> 2.000$  m s.n.m.) se mantuvo constante, mientras que en los otros tres intervalos se produjo un aumento significativo, mayor cuanto menor era la altitud a la que se realizaron los rescates. Los accidentes a cotas iguales o inferiores a 500 metros de altitud sobre el nivel del mar pasaron de representar un tercio del total en Semana Santa 2016-2019 a la mitad en 2021. Una cifra, esta última, muy similar a la de verano de 2020 (Saladié et al., 2021). De nuevo se puede asumir que este mayor incremento de rescates en cotas bajas es debido, en parte, a que muchos de los nuevos visitantes de los espacios naturales escogieron lugares cercanos a su lugar de residencia. Las zonas situadas a mayor altitud se encuentran lejos de las áreas más densamente pobladas. La mayor presencia de visitantes aumenta la probabilidad de que se produzca un accidente, más aún si hay una falta de preparación o un exceso de confianza, independientemente de la altitud y de la orografía de la zona.

El número de rescates en Semana Santa 2021, en relación al periodo 2016-2019, aumentó tanto en los ENPE, como en los EIN y en los otros espacios naturales sin figura de protección específica. No obstante, el aumento fue mayor cuanto menor era el nivel de protección. En una Semana Santa de un año no excepcional, el porcentaje de rescates en cada una de las tres categorías es muy similar. En cambio, en Semana Santa 2021 el gran aumento de rescates en los espacios naturales sin figura de protección específica dio como resultado que su contribución al total alcanzase el 44 %. Unos espacios naturales, estos últimos, que en muchos casos se encuentran cerca de los principales núcleos urbanos.

El Pirineo Occidental catalán, donde se encuentran el Parque Nacional d'Aigüestortes i Estany de Sant Maurici y el Parque Natural de l'Alt Pirineu, se mantiene como un punto caliente desde el punto de vista de concentración de rescates. Es una zona tradicionalmente muy visitada, también en Semana Santa 2021. Pero en 2021 emerge con fuerza la zona montañosa del área metropolitana de Barcelona, es decir, el sector central tanto de la Cordillera Litoral como de la Cordillera Prelitoral (montaña media y baja mediterránea) en donde, además de algunos Parques Naturales (Collserola, Muntanya de Montserrat y Sant Llorenç i l'Obac), también hay espacios naturales sin figura de protección específica. Se trata de espacios naturales cercanos a la zona con la mayor concentración de población de Cataluña. La elevada concentración de rescates en el área litoral del nordeste de Cataluña se puede atribuir a una mayor frecuentación de los denominados Caminos de Ronda, senderos costeros que transcurren por algunas zonas rocosas y que conllevan el riesgo de sufrir un accidente y, por sus características, la necesidad de que las personas accidentadas necesiten ser rescatadas.

Una mayor frecuencia diaria de rescates puede comprometer la eficacia y la eficiencia de los servicios de emergencia, especialmente si se produce una simultaneidad de los mismos (Saladié et al., 2021). Una situación que puede hacer necesario aumentar los recursos y/o una redistribución territorial de los mismos, especialmente por lo que respecta a la intervención del GRAE en el caso de Cataluña. Una eficiencia que se puede ver aún más comprometida en los rescates en áreas montañosas o de orografía compleja, puesto que se tarda más tiempo en llegar con vehículo terrestre y el acceso al punto concreto donde se encuentra la persona accidentada es más difícil (orografía y árboles), incluso para los helicópteros. La

posibilidad de trazar nuevos caminos y habilitar zonas aptas para los helicópteros es limitada, especialmente en ENP. No obstante, el hecho de que el mayor incremento de rescates en Semana Santa 2021 se haya producido en zonas situadas a altitudes no muy elevadas y cercanas a las zonas más densamente pobladas, donde hay un mayor número de efectivos de los bomberos, tuvo que facilitar tanto el acceso como la llegada temprana de los mismos al lugar del rescate.

Otra cuestión a tener en cuenta por parte de la DGPEIS es que la mayor presencia de visitantes en los espacios naturales, además de suponer un aumento en el número de rescates, también puede suponer un aumento en el número de incendios forestales debidos a algún tipo de negligencia. También hay que tener en cuenta que estos incendios pueden poner en riesgo de quedar atrapadas a un número mayor de personas que se encuentran en los espacios naturales. Es preocupante en el caso de la Cordillera Prelitoral y la Cordillera Litoral, especialmente en los tramos situados cerca del área metropolitana de Barcelona, donde además existen diferentes urbanizaciones situadas en la interfaz urbano-forestal o directamente en medio del bosque, sin ningún tipo de medida preventiva. Se trata de zonas con recurrencia de incendios forestales, especialmente en verano, aunque las condiciones meteorológicas y el estrés de los bosques vinculado al cambio climático (Batllori et al., 2013; Duane et al., 2015), hacen más probable que se produzcan incendios forestales fuera de la estación estival y que la presencia de personas en la zona cercana al incendio haga necesario redefinir las estrategias de los bomberos para hacer frente a los incendios forestales.

## 5. Conclusiones

Los resultados obtenidos permiten alcanzar el objetivo planteado. El aumento detectado en los rescates y los cambios temporales y territoriales han posibilitado la obtención de información cualitativa que podría ser de interés para los gestores de los espacios naturales que disponen de personal directivo y técnico, infraestructura y presupuesto (ENPE), así como para la administración pública a cargo de aquellos espacios naturales que no disponen de un organismo específico para su gestión y para los gestores de los servicios de emergencia, en este caso los Bomberos de la Generalitat de Cataluña.

Saladié et al. (2021) planteaban la siguiente pregunta: ¿el aumento del número de visitantes en los espacios naturales durante el verano del año 2020 y, en consecuencia, el aumento de los rescates, es un fenómeno puntual asociado a la situación COVID-19, o ha venido para quedarse? El periodo analizado en el estudio mencionado es el inmediatamente posterior al fin del primer Estado de Alarma decretado en España. El presente estudio analiza Semana Santa 2021 que, como ya se indicó, fue un periodo de relajación de las restricciones establecidas en el marco del Estado de Alarma que estuvo en vigor entre el 25 de octubre de 2020 y el 9 de mayo de 2021. Los datos parciales de verano de 2021 indican que los Bomberos de la Generalitat de Cataluña han realizado un gran número de rescates (CCMA, 10/8/2021). Un hecho que hace necesario analizar lo sucedido una vez que haya finalizado el verano 2021, periodo de tiempo sin restricciones de movilidad, tanto en relación al número de rescates, como al momento del día en que se llevaron a cabo, la altitud y el tipo de protección del espacio natural en el que hayan tenido lugar y la mayor o menor distancia a las ciudades más pobladas. Una investigación que podría empezar a dar respuesta a la pregunta planteada.

Otra línea de investigación es determinar la relación entre número de visitantes y número de rescates, teniendo en cuenta las características fisiográficas de los espacios naturales y de las actividades que se pueden llevar a cabo en ellos. Será necesario disponer de información sobre el número de visitantes, preferentemente a escala diaria o mensual, aunque en muchos de los espacios naturales no existen este tipo de datos. En relación a la mayor afluencia de visitantes, es necesario analizar la respuesta dada por los gestores de los espacios naturales y su capacidad para dar un determinado tipo de respuesta (McGinlay et al., 2020).

Finalmente, y en relación a los rescates, los esfuerzos futuros deben orientarse a conocer el perfil sociodemográfico de las personas accidentadas, el tipo de actividad que realizaban y el tipo de lesión sufrida para, de esta manera, determinar si hay cambios significativos en alguna de estas variables en relación a los rescates realizados con anterioridad a la irrupción de la COVID-19. Se trata de otra limitación del estudio. El SEM, que en la mayoría de los casos se hace cargo de la persona accidentada una vez rescatada por los bomberos, dispone de una base de datos más completa a la cual no se ha tenido acceso.



## Financiación

Investigación financiada por la Cátedra Dow/URV de Desarrollo Sostenible, el “Fondo Supera Covid-19” creado por el Banco Santander, CRUE Universidades Españolas y el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (Proyecto COVMOVTUR – CSO2017-82156-R) y el Programa Martí i Franquès (2020PMF-PIPF-16, Universitat Rovira i Virgili – Diputación de Tarragona).

## Agradecimientos

Nuestro agradecimiento a la *Direcció General de Prevenció, Extinció d’Incendis i Salvaments* de la Generalitat de Catalunya por facilitar los datos de los rescates. Los autores son miembros del Grupo de Investigación en Análisis Territorial y Estudios Turísticos de la Universitat Rovira i Virgili (2017SGR22).

## Referencias

- Abel, G.J., & Gietel-Basten, S. (2020). International remittance flows and the economic and social consequences of COVID-19. *Economy and Space*, 52, 1480-1882. <https://doi.org/10.1177/0308518X20931111>
- Aktar, M.A., Alam, M.M., & Al-Amim, A.Q. (2021). Global economic, crisis, energy use, CO2 emissions, and policy roadmap amid COVID-19. *Sustainable Production and Consumption*, 26, 770-781. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.12.029>
- Amarowicz, J., Kumorek, A., & Boczon, K. (2019). Age and sex are strongly correlated to the rate and type of mountain injuries requiring search and rescue missions. *Wilderness & Environmental Medicine*, 30(4), 378-385. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2019.06.016>
- Arora, S., Bhaukhandi, K.D., & Mishra, P.K. (2020). Coronavirus lockdown helped the environment to bounce back. *Science of the Total Environment*, 742. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140573>
- Batllo, E., Parisien, M-A., Krawchuk, M.A., & Moritz, M.A. (2013). Climate change-induced shifts in fire for Mediterranean ecosystems. *Global Ecology and Biogeography*, 22, 1118-1129. <https://doi.org/10.1111/geb.12065>
- Beck, M.J., & Hensher, D.A. (2020). Insights into the impact of COVID-19 on household travel and activities in Australia – The early days under restrictions. *Transport Policy*, 96, 76-93. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.07.001>
- BOE (2020). *Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19*. Boletín Oficial del Estado. [https://conflegal.com/wp-content/uploads/2020/04/BOE-355\\_Crisis\\_Sanitaria\\_COVID-19.pdf](https://conflegal.com/wp-content/uploads/2020/04/BOE-355_Crisis_Sanitaria_COVID-19.pdf)
- Boore, S.M., & Bock, D. (2013). Ten years of search and rescue in Yosemite National Park: examining the past for future prevention. *Wilderness & Environmental Medicine*, 24, 2-7. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2012.09.001>
- Brodeur, A., Cook, N., & Wright, T. (2021). On the effects of COVID-19 safer-at-home policies on social distancing, car crashes and pollution. *Journal of Environmental Economics and Management*, 106. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2021.102427>
- Brouder, P. (2020). Reset redux: possible evolutionary pathways towards the transformation of tourism in a COVID-19 world. *Tourism Geographies*, 22, 484-490. <https://doi.org/10.1080/14616688.2020.1760928>
- Buonsenso, D., Cinicola, B., Raffaelli, F., & Sollena, F.I. (2020). Social consequences of COVID-19 in a low resource setting in Sierra Leone, West Africa. *International Journal of Infectious Diseases*, 97, 23-26. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.05.104>
- Butzmann, E., & Job, H. (2016). Developing a typology of sustainable protected area tourism products. *Journal of Sustainable Tourism*, 25, 1736-1755. <https://doi.org/10.1080/09669582.2016.1206110>
- CCMA (2020, September 13). *Cues i aglomeracions sense mascareta per puja a la Pica d'Estats*. Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals. <https://www.ccma.cat/324/cues-i-aglomeracions-sense-mascareta-per-pujar-a-la-pica-destats/noticia/3046557/>
- CCMA (2021, April 3). *El Collsacabra engega una prova pilot per regular l'accés de visitants i evitar aglomeracions*. Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals. <https://www.ccma.cat/324/el-collsacabra-engega-una-prova-pilot-per-regular-laccés-de-visitants-i-evitar-aglomeracions/noticia/3087112/>
- CCMA (2021, April 8). *Ajuntaments del delta de l'Ebre volen regular l'accés a les platges i espais naturals per evitar que es massifiquin*. Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals. <https://www.ccma.cat/tv3/alacarta/telenoticies-comarques/ajuntaments-del-delta-de-lebre-volen-regular-laccés-a-les-platges-i-espais-naturals-per-evitar-que-es-massifiquin/video/6093780/>
- CCMA (2021, August 10). *Augmenten els rescats en espais naturals: 26 el cap de setmana i un miler el 2021*. Corporació Catalana de Mitjans Audiovisuals. <https://www.ccma.cat/324/augmenten-els-rescats-en-espais-naturals-26-el-cap-de-setmana-i-un-miler-el-2021/noticia/3113786/>
- Cerbara, L., Ciancimino, G., Crescimbeni, M., La Longa, F., Parsi, M.R., Tintori, A., & Palomba, R. (2020). A nation-wide survey on emotional and psychological impacts of COVID-19 social distancing. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, 24, 7155-7163. [https://doi.org/10.26355/eurrev\\_202006\\_21711](https://doi.org/10.26355/eurrev_202006_21711)

- Chamarro, A., & Fernández-Castro, J. (2009). The perception of causes of accidents in mountain sports: a study based on the experiences of victims. *Accident Analysis and Prevention*, 41, 197-201. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.10.012>
- Chinazzi, M., Davis, J.T., Ajelli, M., Gioannini, C., Litvinova, M., Merler, S., & Viboud, C. (2020). The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak. *Science*, 368, 395-400. <https://doi.org/10.1126/science.aba9757>
- Ciesa, M., Grigolato, S., & Cavalli, R. (2015). Retrospective study on search and rescue operations in two Prealps areas of Italy. *Wilderness & Environmental Medicine*, 26, 150-158. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2014.10.008>
- Coccia, M. (2021). The relation between length of lockdown, numbers of infected people and deaths of Covid-19, and economic growth of countries: Lessons learned to cope with future pandemics similar to Covid-19 and to constrain the deterioration of economic system. *Science of the Total Environment*, 775. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145801>
- Daniel, N.J., Patel, S.B., Marie, P.St., & Schoenfeld, E.M. (2021). Rethinking hiker preparedness: Association of carrying “10 essentials” with adverse events and satisfaction among day-hikers. *American Journal of Emergency Medicine*, 49, 253-256. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2021.06.017>
- De Haas, M., Faber, R., & Hamersma, M. (2020). How COVID-19 and the Dutch ‘intelligent lockdown’ change activities, work and travel behaviour: Evidence from longitudinal data in the Netherlands. *Transport Research Interdisciplinary Perspectives*, 6. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100150>
- Departament de Territori i Sostenibilitat (2021). *Sis espais naturals de Catalunya han doblat el nombre de visitants aquest estiu*. Generalitat de Catalunya. <https://govern.cat/govern/docs/2020/10/02/13/29/2cfff205-e928-499a-bfdd-dd0b4a323d28.pdf>
- Di Blasi, M., Gullo, S., Mancinelli, E., Freda, M.F., Esposito, G., Gioacchino Gelo, O.C., Lagetto, G., Giordano, C., Mazzeschi, C., Pazzagli, C., Salcuni, S., & Lo Cocoa, G. (2021). Psychological distress associated with the COVID-19 lockdown: A two-wave network analysis. *Journal of Affective Disorders*, 284, 18-26. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2021.02.016>
- Dicker, B., Swain, A., Todd, V.F., Tunnage, B., McConachy, E., Drake, H., Brett, M., Spearing, D., & Howie, G.J. (2020). Changes in demand for emergency ambulances during a nationwide lockdown that resulted in elimination of COVID-19: an observational study from New Zealand. *BMJ Open*, 10. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-044726>
- Duane, A., Piqué, M., Castellnou, M., & Brotons, L. (2015). Predictive modelling of fire occurrences from different fire spread pattern in Mediterranean landscapes. *International Journal of Wildland Fire*, 24, 407-418. <https://doi.org/10.1071/WF14040>
- Dudley, N. (Ed.). (2008). *Guidelines for Applying Protected Area Management Categories*. IUCN. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/PAG-021.pdf>
- Duran, O. (2021, April 5). Les viles de la costa i els espais naturals, col·lapsats pel turisme local. 5/4/2021. El Punt Avui. <https://www.elpuntavui.cat/societat/article/5-societat/1949355-les-viles-de-la-costa-i-els-espais-naturals-col-lapsats-pel-turisme-local.html>
- Gamissans, J. (2020, October 16). *Envaits. Lallau de visitants col·lapsa el Montseny*. Línia Vallès. <https://liniaxarxa.cat/liniavalles-vallesoriental/noticies-destacades/envaits-lallau-de-visitants-collapsa-el-montseny/>
- Gardner, T.B., & Hill, D.R. (2002). Illness and injury among long-distance hikers on the Long Trail, Vermont. *Wilderness & Environmental Medicine*, 13, 131-134. [https://doi.org/10.1580/1080-6032\(2002\)013\[0131:IAIALD\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1580/1080-6032(2002)013[0131:IAIALD]2.0.CO;2)
- Goode, N., Salmon, P.M., Lenné, M.G., & Finch, C.F. (2015). Looking beyond people, equipment and environment: is a systems theory model of accident causation required to understand injuries and near misses during outdoor activities? *Procedi Manufacturing*, 3, 1125-1131. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.188>
- Hamonko, M.T., McIntosh, S.E., Schimelpfening, T., & Leemon, D. (2011). Injuries related to hiking with a Pack during National outdoor leadership school courses: a risk factor analysis. *Wilderness & Environmental Medicine*, 22, 2-6. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2010.09.010>

- Heggie, T.W., & Amundson, M.E. (2009). Dead men walking search and rescue in US National Parks. *Wilderness & Environmental Medicine*, 20, 244-249. <https://doi.org/10.1580/08-WEME-OR-299R.1>
- Heggie, T.W., & Heggie, T.M. (2009). Search and rescue trends associated with recreational travel in US National Parks. *Journal of Travel Medicine*, 16, 23-27. <https://doi.org/10.1111/j.1708-8305.2008.00269.x>
- Hung, E.K., & Townes, D.A. (2007). Search and rescue in Yosemite National Park: a 10-year review. *Wilderness & Environmental Medicine*, 18, 111-116. <https://doi.org/10.1580/06-WEME-OR-022R1.1>
- Jahani, A., Goshtasb, H., & Saffariha, M. (2020). Tourism impact assessment modelling of vegetation density for protected areas using data mining techniques. *Land Degrad Dev*, 31, 1502-1519. <https://doi.org/10.1002/ldr.3549>
- Johnson, R.M., Huettl, B., Kocsis, V., Chan, S.B., & Kordick, M.F. (2007). Injuries sustained at Yellowstone National Park requiring emergency medical system activation. *Wilderness & Environmental Medicine*, 18, 186-189. <https://doi.org/10.1580/06-WEME-OR-046R1.1>
- Katrakazas, C., Michelaraki, E., Sekadakis, M., & Yannis, G. (2020). A descriptive analysis of the effect of the COVID-19 pandemic on driving behavior and road safety. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 100186. <https://dx.doi.org/10.1016/j.trip.2020.100186>
- Kortenkamp, K.V., Moore, C.F., Sheridan, D.P., & Ahrens, E.S. (2017). No hiking beyond this point! Hiking risk prevention recommendations in peer-reviewed literature. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 20, 67-76. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2017.10.002>
- La Moncloa (2021). *Plan para la transición hacia una nueva normalidad*. <https://www.lamoncloa.gob.es/consejodeministros/Paginas/enlaces/280420-enlace-desescalada.aspx>
- Lischke, V., Byhahn, C., Westphal, K., & Kessler, P. (2001). Mountaineering accidents in the European Alps: have the numbers increased in recent years? *Wilderness & Environmental Medicine*, 12, 74-80. [https://doi.org/10.1580/1080-6032\(2001\)012\[0074:MAITEA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1580/1080-6032(2001)012[0074:MAITEA]2.0.CO;2)
- Maldonado-Oré, E.M., & Custodio, M. (2021). Visitor environmental impact on protected natural areas: an evaluation of the Haytapallana Regional Conservation Area in Perú. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism*, 31, 100298. <https://doi.org/10.1016/j.jort.2020.100298>
- Manenti, R., Mori, E., Di Canio, V., Mercurio, S., Picone, M., Caffi, M., Brambilla, M., Ficetola, G.F., & Rubolini, D. (2020). The good, the bad and the ugly of COVID-19 lockdown effects on wildlife conservation: Insights from the first European locked down country. *Biol. Conserv.*, 249, 108728. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2020.108728>
- Martin, L., White, M.P., Hunt, A., Richardson, M., Pahl, S., & Burt, J. (2020). Nature contact, nature connectedness and associations with health, wellbeing and pro-environmental behaviours. *Journal of Environmental Psychology*, 68.
- Mason, R.C., Suner, S., & Williams, K.A. (2013). An analysis of hiker preparedness: a survey of hiker habits in New Hampshire. *Wilderness & Environmental Medicine*, 24, 221-227. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2013.02.002>
- Mateos, A.B., Felipe, L., & Pérez, A. (2020). Visitor's perception of the overcrowding of a Protected Natural Area: a case applied to the Natural Reserve "Garganta de los Infiernos" (Cáceres, Spain). *Sustainability*, 12, 9503. <https://doi.org/10.3390/su12229503>
- McGinlay, J., Gkoumas, V., Holtvoeth, J., Armas Fuertes, R.F., Bazhenova, E., Benzoni, A., Botsch, K., Cabrera Martel, C., Carrillo Sánchez, C., Cervera, I., Chaminade, G., Doerstel, J., Fagundo García, C.J., Jones, A., Lammertz, M., Lotman, K., Odar, M., Pastor, T., Ritchie, C., & Jones, N. (2020). The impact of COVID-19 on the Management of European Protected Areas and Policy Implication. *Forests*, 11, 1214. <https://doi.org/10.3390/f11111214>
- Menut, L., Bessagnete, B., Siour, G., Mailler, S., Pennel, R., & Cholokian, A. (2020). Impact of lockdown measures to combat Covid-19 on air quality over western Europe. *Science of the Total Environment*, 741. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140426>
- Moreno, S. (2021, March 25). *Desplazamientos en Cataluña: con quién y a dónde puedes ir en Semana Santa*. La Vanguardia. <https://www.lavanguardia.com/motor/actualidad/20210325/6606925/desplazamientos-cataluna-restricciones-movilidad-comarca-semana-santa.html>



- OMS (2022). *Coronavirus Disease (COVID-19) Dashboard*. Organización Mundial de la Salud. <https://covid19.who.int/>
- Pearce, E.A., Jelinková, L., Fullerton, L., Malcolm, C.J., Heinrich, H.L., Norwil, E.J., Plate, A., Hall, M., Bossart, C.S., Schaller, E., Harrell, A.J., & Femling, J.K. (2019). Observational study of Grand Canyon rim-to-rim day hikers: determining behavior patterns to aid in preventive search and rescue efforts. *Wilderness & Environmental Medicine*, 30, 4-11. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2018.08.001>
- Ràdio Olot (2021, March 29). *La Garrotxa activa mesures per controlar l'aforament dels espais naturals de cara a Setmana Santa*. <https://radiolot.cat/noticies/la-garrotxa-activa-mesures-per-controlar-laforament-dels-espais-naturals-de-cara-a-setmana-santa/>
- Rocasalva, A. (2020, October 15). El Pirineu i el Montseny es preparen davant una allau de visitants de Barcelona a la fuga. *El Periódico*. <https://www.elperiodico.cat/ca/societat/20201015/pirineu-montseny-garrotxa-allau-gent-barcelona-covid-coronavirus-8157963>
- Roi, G.S. (2021). Fatal events related to running competitions in the mountains. *Wilderness & Environmental Medicine*, 32, 176-180. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2020.12.001>
- Rugg, C., Tiefenthaler, L., Rauch, S., Gatterer H., Paal, P., & Ströle, M. (2020). Rock climbing emergencies in the Austrian Alps: injury patterns, risk analysis and preventive measures. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17, 7597. <https://doi.org/10.3390/ijerph17207596>
- Saladié, O., Bustamante, E., & Gutiérrez, A. (2020). COVID-19 lockdown and reduction of traffic accidents in Tarragona province, Spain. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 8. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2020.100218>
- Saladié, O., Bustamante, E., & Gutiérrez, A. (2021). Growth of rescues in natural areas during the first summer of COVID-19 pandemic in Catalonia. *Land*, 10. <https://doi.org/10.3390/land10050498>
- Seraphin, H., & Dosquet, F. (2020). Mountain tourism and second home tourism as post COVID-19 lockdown placebo?. *Worldwide Hospitality and Tourism Themes*, 12(4), 485-500. <https://doi.org/10.1108/WHATT-05-2020-0027>
- Soul, B., Reynier, V., Lefevre, B., & Boutroy, E. (2017). Who is at risk in the French mountains? Profiles of the accident victims in outdoor sports and mountain recreation. *Journal of Mountain Science*, 14, 1490-1499. <https://doi.org/10.1007/s11629-016-4146-5>
- Stolton, S., Shadie, P., & Dudley, N. (2013). *IUCN WCPA Best Practice Guidance on Recognising Protected Areas and Assigning Management Categories and Governance Types*. Best Practice Protected Area Guidelines Series No. 21. IUCN. <https://www.iucn.org/content/guidelines-applying-protected-area-management-categories-including-iucn-wcpa-best-practice-guidance-recognising-protected-areas-and-assigning-management-categories-and-governance-types>
- Taczanowska, K., González, L-M., García-Massó, X., Zieba, A., Brandenburg, C., Muhar, A., Pellicer-Chenoll, M., & Toca-Herrera, J-L. (2019). Nature-based tourism or mass tourism in nature? Segmentation of Mountain Protected Area visitors using self-organizing maps (SOM). *Sustainability*, 11. <https://doi.org/10.3390/su11051314>
- Toro, R., Catalán, F., Urdanivia, F., Roja, J.P., Manzano, C.A., Seguel, R., Gallardo, L., Osses, M., Pantoja, N., & Leiva-Guzmán, M.A. (2021). Air pollution and COVID-19 lockdown in a large South American city: Santiago Metropolitan Area, Chile. *Urban Climate*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.100803>
- Ugur, N.G., & Akbiyik, A. (2020). Impacts of COVID-19 on global tourism industry: A cross-regional comparison. *Tourism Management Perspectives*, 36. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2020.100744>
- Vanpouille, M., Lefevre, B., & Soule, B. (2021). Mountaineering incidents in France: analysis of search and rescue interventions on a 10-years period (from 2008 to 2018). *Journal of Mountain Science*, 18, 446-461. <https://doi.org/10.1007/s11629-020-6208-y>
- Viladomat, R. (2021, March 18). *La Diputació de Barcelona reforça la vigilància a la Xarxa de Parcs Naturals per garantir el bon ús del medi natural per part dels visitants*. *Revisgta Alella*. <https://www.revistaalella.cat/noticia/135020/la-diputacio-de-barcelona-reforca-lavigilancia-a-la-xarxa-de-parcs-naturals-per-garantir->
- Zhang, Y., Xiao, X., Zheng, C., Xue, L., Guo, Y., & Wu, Q. (2019). Is tourism participation in protected areas the best livelihood strategy from the perspective of community development and environmental protection? *Journal of Sustainable Tourism*, 28, 587-605. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1691566>



**Cita bibliográfica:** Barcia Sardiñas, S., Hernández González, D., & Otero Martín, M. (2022). La Temperatura Efectiva Equivalente en Cuba. *Investigaciones Geográficas*, (78), 47-66. <https://doi.org/10.14198/INGEO.21447>

# La Temperatura Efectiva Equivalente en Cuba

## *The Equivalent Effective Temperature in Cuba*

Sinaí Barcia Sardiñas<sup>1\*</sup>   
Dunia Hernández González<sup>2</sup>   
Meylin Otero Martín<sup>3</sup> 

### Resumen

La presente investigación tiene como objetivo evaluar el comportamiento espacial del índice bioclimático Temperatura Efectiva Equivalente en Cuba con objeto de conocer el espectro de sensaciones térmicas a la que está expuesta la población cubana. Para esto se calcula la Temperatura Efectiva Equivalente utilizando los datos trihorarios de 62 estaciones meteorológicas en el período 1981-2010 y se emplean métodos de modelación espacial basados en técnicas estadísticas y geoestadísticas apoyadas en los Sistemas de Información Geográfica. Los resultados confirman que en Cuba el rango diurno de las sensaciones térmicas según este índice bioclimático varía en dependencia de la época del año. Las mañanas del período poco lluvioso se caracterizan por ser generalmente frescas y en menor medida resultan frías o muy frías, en cambio, las tardes de mayo a octubre son generalmente calurosas llegando a ser muy calurosas en los meses de julio y agosto. Las características espaciales más contrastantes de las sensaciones térmicas en el país se presentan en función del efecto del relieve del terreno y la distancia a las costas, encontrándose las zonas más confortables desde el punto de vista térmico hacia el occidente y zonas montañosas del país.

**Palabras claves:** índices bioclimáticos; sensación térmica; temperatura efectiva equivalente; Cuba.

### Abstract

The objective of this research is to evaluate the spatial behavior of the bioclimatic index Equivalent Effective Temperature in Cuba in order to determine the spectrum of thermal sensations to which the Cuban population is exposed. To do this, the Equivalent Effective Temperature is calculated using three-hour data from 62 meteorological stations in the period 1981-2010. Spatial modeling methods based on statistical and geostatistical techniques supported by Geographical Information Systems are also used. The results confirm that in Cuba the diurnal range of thermal sensations according to this bioclimatic index varies depending on the time of year. The mornings of the dry season are characterized by being generally cool and cold or very cold to a lesser extent, while the afternoons from May to October are generally hot, becoming very hot in the months of July and August. The most contrasting spatial characteristics of the thermal sensations in the country occur in accordance with the effect of the terrain relief and the distance to the coast. The most thermally comfortable areas are in the west and mountainous areas of the country.

**Keywords:** bioclimatic indices; thermal sensations; equivalent effective temperature; Cuba.

1 Centro Meteorológico Provincial de Cienfuegos, Instituto de Meteorología, Cuba. [sinaibs@gmail.com](mailto:sinaibs@gmail.com). \* Autora para correspondencia

2 Instituto de Meteorología, Cuba. [dunyhernandez92@gmail.com](mailto:dunyhernandez92@gmail.com)

3 Centro Meteorológico Provincial de Villa Clara, Instituto de Meteorología, Cuba. [meylinotero@gmail.com](mailto:meylinotero@gmail.com)

## 1. Introducción

El estudio de las sensaciones térmicas reviste importancia desde el punto de vista bioclimático. Los resultados que de estas investigaciones se derivan, intervienen en la búsqueda de soluciones a nuevas interrogantes que se presentan en la actualidad y son aplicados en diferentes sectores, como la salud pública, la construcción, el turismo y actividades que se realizan al aire libre.

Debido a las aplicaciones que devienen del conocimiento de esta temática, diversos autores en el mundo han estudiado el comportamiento espacio-temporal de las sensaciones térmicas utilizando para ello índices bioclimáticos (Castillo & Barcia, 2015). En España, resaltan varios trabajos relacionados, como el de Fernández y Moreno (2004) quienes relacionan el confort térmico con la distribución espacial de las rentas en la Comunidad de Madrid. Siguiendo la línea de la modelación espacial se encuentran las investigaciones desarrolladas por Gulyás y Matzarakis (2007, 2009) en Hungría y por Royé et al. (2012) en España, en ambos casos empleando el índice bioclimático Temperatura Fisiológica Efectiva (PET por sus siglas en inglés). En esta última se logra sintetizar en un solo mapa las áreas con mayor riesgo de sufrir situaciones de estrés térmico, tanto por frío como por calor en Galicia.

Resulta muy interesante también el trabajo de Millán y Lallana (2017) en la Comunidad Autónoma de Madrid, en el cual se aplica una combinación de técnicas estadísticas de regresión lineal entre el índice bioclimático PET y la altitud. Este trabajo demuestra que la modelización espacial, introduciendo el gradiente altitudinal, es muy útil para conocer con una mayor precisión la distribución espacial de los niveles de confort en este territorio.

En Cuba, el uso de índices bioclimáticos es de los enfoques más empleados para el estudio de las sensaciones térmicas. La Temperatura Efectiva (TE) y la Temperatura Efectiva Equivalente (TEE) son los índices más usados y así lo confirman los trabajos de Santana (2004), Guevara (2006) y Castillo (2014). La mayor parte de los estudios relacionados sobre el confort y las sensaciones térmicas en el país solo tratan la temática desde el punto de vista temporal. La revisión bibliográfica realizada por Barcia et al. (2019) constata que aproximadamente el 20% de los mismos logra realizar un análisis de la distribución espacial de algún índice bioclimático. Entre ellos destacan los resultados que obtienen a finales de la década del 80 del siglo XX Osorio et al. (1988) con respecto a la distribución espacial de la TEE en Cuba, y los de Lecha (1989) y Osorio (1989) en el Nuevo Atlas Nacional de Cuba. Dichos autores confeccionan los primeros mapas de confort térmico en el país, sobre la base de los valores de TEE en los meses de enero y julio a las 7:00 y 13:00 horas. Para ello, seleccionan la escala normal de sensaciones, diseñada para personas que realizan actividades físicas poco intensas, y propusieron rangos de clasificación del grado de bienestar.

En los 90' los trabajos más notorios en el país relacionados con este tema son los realizados por Lecha (1992) y Lecha et al. (1994) donde exponen las características climatológicas de las sensaciones confortables en el archipiélago cubano. En el presente siglo el estudio realizado por Santana (2004) en la provincia de Ciego de Ávila logra realizar un análisis del comportamiento espacial de las sensaciones térmicas a partir de la comparación de varias estaciones meteorológicas ubicadas en distintas zonas físico-geográficas de este territorio, pero no logra obtener un mapa de estos resultados.

Castillo & Barcia (2015) determinan la distribución espacial de las sensaciones térmicas en la provincia de Cienfuegos aplicando la metodología de interpolación basada en el análisis de regresión múltiple. Los resultados de este trabajo son novedosos desde el punto de vista local, aunque se le señala como dificultad la no realización de la validación cruzada para determinar el error de la interpolación.

Como consecuencia de los impactos ya visibles del cambio climático en Cuba, está aumentando la temperatura del aire y también la variabilidad del régimen térmico, con la ocurrencia de episodios de calor y frío extremos (Planos et al., 2013). En este sentido se hace necesario realizar una actualización del comportamiento espacio-temporal de las sensaciones térmicas en Cuba a partir de la utilización de un período climatológico más actual (1981-2010) y de métodos de análisis espacial auxiliados por los Sistemas de Información Geográfica (SIG). Es por esto, que el presente trabajo tiene como objetivo: evaluar el comportamiento temporal y espacial de la Temperatura Efectiva Equivalente en Cuba para conocer el espectro de sensaciones térmicas al que está expuesta la población cubana.

La investigación realizada pretende elevar los niveles cognitivos sobre el comportamiento de la sensación térmica en Cuba. Los enfoques planteados, actualizan y profundizan en la comprensión de su comportamiento en las escalas espacial y temporal, con gran utilidad en la salud, el turismo, la



construcción y el consumo de energía. Además, aportan una valiosa información que sirve de base para valorar el potencial impacto del cambio climático sobre el confort y la salud de la población.

## 2. Metodología

### 2.1. Área de estudio

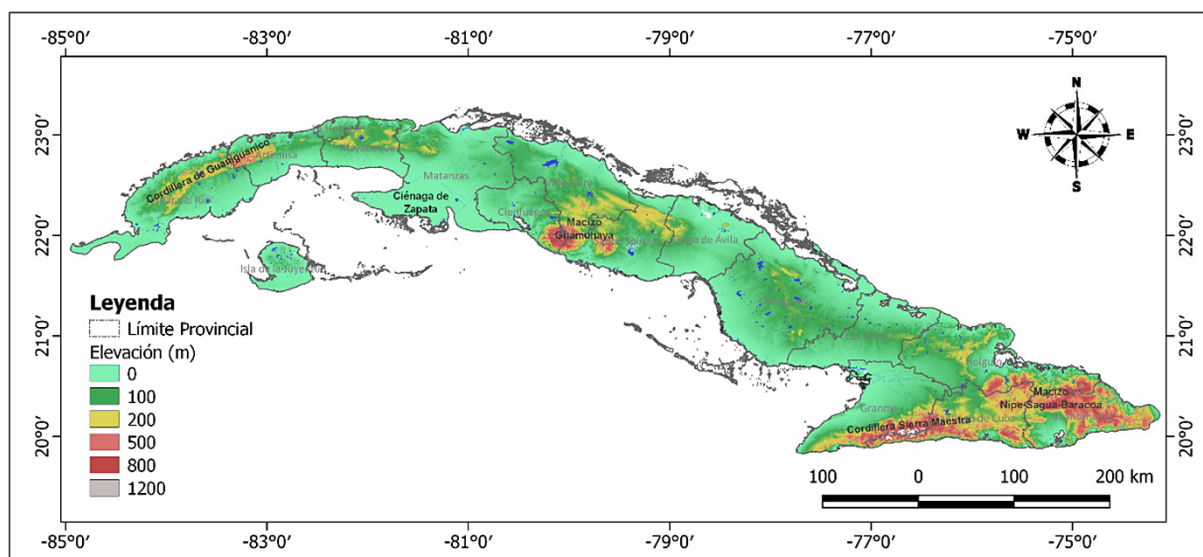
Cuba se encuentra en el Mediterráneo Americano, entre los 19° 49' 36" y 23° 17' 09" de latitud N, y los 74° 07' 52" y 84° 54' 57" de longitud W (Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente [CIT-MA], 2020). La mayor parte del país está formado por llanuras, las que ocupan el 82 % de la superficie emergida. Estas tienen varios orígenes, están las típicas llanuras costeras y las fluviales, con los procesos de origen cársico, biogénico e intemperismo; las zonas más bajas corresponden a ciénagas y ciénagas costeras. El resto del territorio lo conforman cuatro sistemas montañosos, la cordillera de Guaniguanico, en el occidente; el macizo de Guamuha, en el centro; y hacia el oriente del país el macizo Nipe-Sagua-Baracoa y la Sierra Maestra (Figura 1).

La posición geográfica del archipiélago cubano, en una latitud muy próxima al Trópico de Cáncer, en el hemisferio norte, determina en gran medida sus condiciones climáticas. El carácter cálido de su clima está condicionado por los altos niveles de radiación solar que recibe durante todo el año; a su vez, la cercanía al trópico presupone la influencia estacional de la circulación atmosférica tropical como de la extratropical.

En los meses de mayo a octubre —período lluvioso del año— el estado del tiempo está determinado por la posición e intensidad del anticiclón del Atlántico Norte o anticiclón de Azores; las condiciones meteorológicas varían relativamente poco y sólo el paso de disturbios tropicales (ondas barométricas del este, ciclones tropicales) interrumpe esta influencia, con un incremento en las lluvias (Lecha et al., 1994). En cambio, el tiempo se torna mucho más variable de noviembre a abril —período poco lluvioso del año— según los procesos y fenómenos de la circulación extratropical que predominan (sistemas frontales, bajas extratropicales, anticiclones migratorios).

Las condiciones orográficas imponen una diferenciación adicional en el clima de Cuba, a pesar de su relieve mayormente llano u ondulado. La ubicación y altura de los principales sistemas montañosos; junto con las características locales de la circulación atmosférica, provocan que el clima tropical con estación lluviosa en el verano —Aw, según la clasificación de Köppen modificada— predominante en el país, transite hacia otros tipos (BS y C) y subtipos (Af) en determinadas áreas (Planos et al., 2013).

Figura 1. Mapa orográfico de Cuba

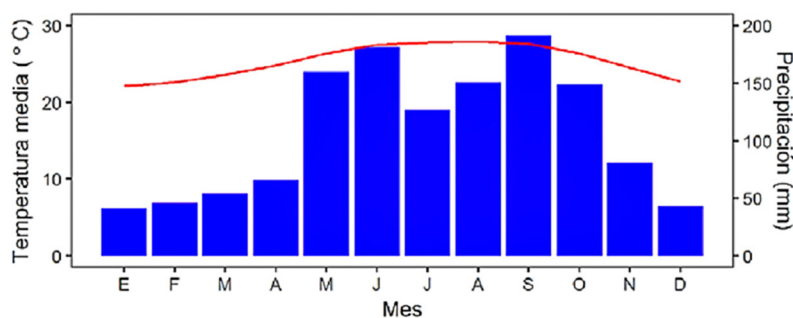


Fuente de los datos: Instituto de Planificación Física (IPF) y ASTER Global DEM (ASTER GDEM<sup>4</sup>) versión 3 de 2019. Elaboración propia

4 The Advance Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER) Global Digital Elevation (GDEM) [https://gdemdl.aster.jpacesystems.or.jp/index\\_en.html](https://gdemdl.aster.jpacesystems.or.jp/index_en.html)

Las corrientes marinas y la distancia al mar, son factores geográficos que también tienen un papel importante en la determinación de las condiciones climáticas del país. La corriente cálida del Golfo (*Gulf Stream*), que circula por los mares adyacentes a Cuba, garantiza la alta temperatura superficial del mar, y favorece el régimen de lluvias en una latitud donde predominan los grandes desiertos. Por otra parte, la configuración alargada y estrecha de Cuba, asegura que ningún punto del territorio nacional se encuentre muy lejos del mar, lo que suaviza apreciablemente la marcha de las principales variables climáticas (Figura 2). Es por esto que se acepta que el clima de Cuba es tropical estacionalmente húmedo, con influencia marítima y rasgos de semicontinentalidad (Iñiguez & Mateo, 1980).

Figura 2. Marcha mensual de la temperatura y la precipitación en Cuba. Período 1981-2010



Fuente: CITMA (2020)

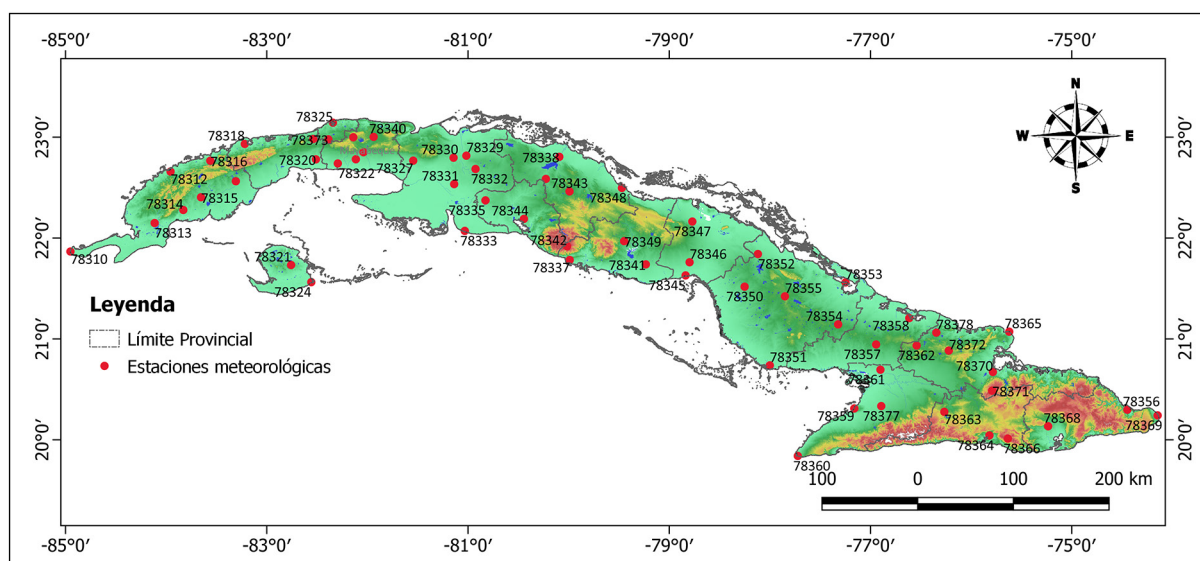
## 2.2. Datos utilizados

El estudio comprendió todo el país y se utilizaron 62 estaciones meteorológicas pertenecientes a la red de estaciones del Instituto de Meteorología de Cuba (INSMET) (Figura 3).

Se emplearon datos climáticos cada tres horas (trihorarios) que incluyeron las siguientes variables: temperatura seca (°C), humedad relativa (%) y velocidad de viento (m/s). Estos datos fueron extraídos del Centro del Clima del INSMET, para el período 1981-2017.

El control de la calidad de los datos se realizó a través de la comparación inicial con los valores extremos absolutos de las variables involucradas, cálculos de estadígrafos de posición y dispersión, muestreos gráficos para la determinación de valores dudosos o anómalos. Asimismo, se consideraron aquellas series que cumplieran con las directrices de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) en cuanto al total de datos faltantes (OMM, 2018).

Figura 3. Mapa de localización de las estaciones meteorológicas utilizadas en el estudio



Fuente de los datos: IPF INSMET y ASTER Global DEM (ASTER GDEM) versión 3 de 2019. Elaboración propia

Para el análisis de homogeneidad de las series se calculó el estadígrafo de Wald-Wolfowitz para determinar la correlación interna, se calculó el estadígrafo de Spearman y el de Mann-Kendall para determinar su tendencia global y si era necesario por presentar contradicción entre las dos pruebas anteriores se realizó la prueba global de Fisher. El cálculo de los estadígrafos se hizo según Sneyers (1990).

### 2.3. Metodología empleada

#### 2.3.1. Cálculo de la Temperatura Efectiva Equivalente

Se escogió el índice Temperatura Efectiva Equivalente, el cual es un índice bioclimático empírico de sensación térmica calculado sobre la base de la temperatura del aire, la humedad relativa y la velocidad del viento. Este resulta válido para evaluar la sensación térmica en personas bajo actividad física poco intensa (caminar, labores de oficina, entre otras), vestidas con ropa habitual de verano (0,6 clo<sup>5</sup> de aislamiento térmico del vestuario) y que permanecen en exteriores a la sombra y con la influencia del viento.

La TEE es un índice simple que se considera adecuado para describir la sensación térmica en Cuba y ha sido uno de los más aplicados a las condiciones del país (Barcia et al., 2019). Como ventajas se señalan la relativa sencillez de sus cálculos, la facilidad de obtención de las variables involucradas y la posibilidad de comparar los resultados con los obtenidos en estudios precedentes en otros territorios del país o a escala nacional. No obstante, se deben mencionar sus limitaciones: en primer lugar, su carácter subjetivo, y en segundo lugar los problemas que presenta cuando la temperatura ambiente está por debajo de los 10° C, la velocidad del viento es relativamente alta al igual que la humedad relativa, situación muy común en las zonas montañosas del país (Guevara et al., 1990; León et al., 2006; Castillo, 2014; y Barcia et al., 2020).

Su cálculo se realizó a través de la fórmula de Brooks (Bútieva et al., 1984). Sus expresiones completas son, según Castillo y Barcia (2015):

$$TE = t - \frac{G}{80} (0,00439T^2 + 0,456T + 9,5) \quad (1)$$

$$TEE = TE + W[(0,11T - 0,13) - 0,002TG] \quad (2)$$

Donde:

*t*: Temperatura del aire

*G* = 100 - *r*, donde *r* es la humedad relativa del aire en %.

*T* = *t* - 37: diferencia entre la temperatura del aire y la del cuerpo humano.

*W*: velocidad del viento a 2 m de altura, que proviene de la relación 0,67*V*, donde *V* es la velocidad del viento a 10 m de altura (al nivel de la estación meteorológica), en m/s.

Las sensaciones térmicas fueron clasificadas según los intervalos de TEE propuestos por León (1988) que —en una primera aproximación— pueden considerarse adecuados para la población cubana, aclimatada a las condiciones cálidas y húmedas que imperan durante la mayor parte del año en Cuba (Tabla 2).

Tabla 1. Intervalos de sensación térmica para Cuba, sobre la base de la TEE

Intervalo de TEE	Sensación térmica
TEE ≤ 12	Muy fría (MF)
12,0 < TEE ≤ 17,0	Fría (F)
17,0 < TEE ≤ 22,0	Ligeramente Fía o Fresca (LF)
22,0 < TEE ≤ 25,0	Confortable (CF)
25,0 < TEE ≤ 28,0	Calurosa (C)
TEE > 28	Muy calurosa (MC)

Fuente: León, 1988

A partir del cálculo de la TEE, se obtuvieron también tablas que muestran la frecuencia de los diferentes rangos de sensaciones térmicas. Se confeccionaron gráficos de la marcha mensual de estas frecuencias

5 Unidad de medida del índice de indumento que sirve para valorar el aislamiento que proporciona el indumento (la ropa o vestimenta más otros accesorios, como calzado o sombreros) que las personas se ponen frente a las inclemencias del tiempo.

en los horarios seleccionados (7:00 y 13:00 horas del meridiano 75°W), para el período climático 1981-2010. Para mostrar estos resultados —a manera de ejemplo— en el presente artículo se seleccionaron un conjunto de nueve estaciones meteorológicas que caracterizan las principales zonas físico-geográficas del país (costa, interior y montaña) (Tabla 2).

Tabla 2. Estaciones meteorológicas seleccionadas por zonas para análisis temporal de las sensaciones térmicas en Cuba

Zona	Estaciones	Longitud	Latitud	Altitud
Costera	Casablanca (78325)	-82.3	23.1	62.3
	Trinidad (78337)	-80.0	21.8	24
	Santiago de Cuba (78364)	-75.8	20.0	45
Interior	Bainoa (78340)	-81.9	23.0	94
	Santo Domingo (78326)	-80.2	22.6	45.35
	Veguitas (78377)	-76.9	20.3	28
Montañosa	Topes de Collantes (78342)	-80.0	21.9	774
	Gran Piedra (78366)	-75.6	20.0	1130
	Pinares de Mayarí (78371)	-75.8	20.5	646.1

Elaboración propia

Para identificar la existencia de tendencia en las series analizadas, se calculó el estadígrafo de Kendall-Mann (Sneyers, 1990) en sentido directo e inverso. Por su parte, la presencia de puntos de cambio en las series fue confirmada por la prueba de Pettitt (Vannitsem & Demarée, 1991). Se tomó un nivel de significación del 5 % como condición principal y estos procedimientos se realizaron con paquetes estadísticos de R.

### 2.3.2. Comportamiento espacial de la Temperatura efectiva equivalente

La cartografía del índice de sensación térmica (TEE) se realizó con los valores medios del período normal 1981-2010, por cada estación meteorológica, para todos los meses y para los horarios de las 7:00 y 13:00 horas. Se consideró a priori que ambos horarios son representativos de los períodos más frío y más cálido del día, respectivamente. No obstante, este criterio fue comprobado a través del cálculo de la correlación lineal entre los valores de la temperatura a las 7:00 horas y la temperatura mínima diaria, y entre las series de temperatura a la 13:00 horas y la máxima diaria, obteniéndose muy buena correlación lineal: para todos los casos el valor fue superior a 0,90 ( $p < 0,05$ ), justificando lo planteado anteriormente.

Se aplicó una combinación de técnicas estadísticas de regresión lineal entre el índice bioclimático y variables geográficas, y técnicas geoestadísticas para la interpolación de los resultados. Con esta metodología se pretendió calcular el valor del índice de sensación térmica en cada punto de rejilla basándose en las principales variables geográficas susceptibles de influir en el comportamiento del mismo y de los cuales se contaba con información en formato de SIG. Para esto, se empleó la rejilla de 4 x 4 km (Figura 4) empleada en el Sistema Nacional de Vigilancia de la Sequía Meteorológica (Centella et al., 2007).

La metodología de modelización espacial aplicada en esta investigación ha sido utilizada por Ninoyrola et al. (2005), Fernández (2008), Castillo y Barcia (2015), Millán y Lallana (2017) y constó de los siguientes pasos:

1) Cálculo de las ecuaciones de regresión lineal múltiple entre la variable bioclimática —en este caso el índice TEE— y las variables geográficas donde: las variables independientes o predictoras son la longitud, latitud, altitud y distancia a la costa y la variable dependiente es la TEE cuya distribución espacial depende de las anteriores. Este proceso se realizó solo para el 80% de las estaciones meteorológicas conservando el otro 20% para realizar la validación (Figura 3). Se obtuvieron los coeficientes de regresión múltiple, para cada punto de rejilla mediante la siguiente ecuación:

$$TEE = b_0 + b_1 * LON + b_2 * LAT + b_3 * h + b_4 * d \quad (3)$$

Donde:

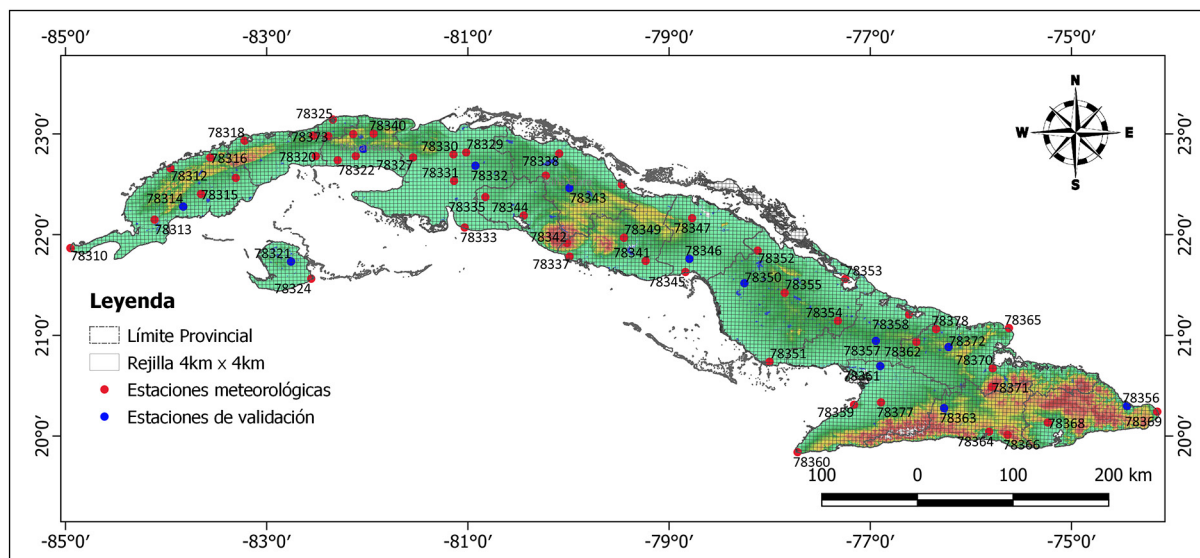
LON: longitud (°)

LAT: latitud (°)

h: altitud (m)  
 d: distancia a la costa (km)  
 $b_0, b_1, b_2, b_3, b_4$ : coeficientes de regresión

Como resultado se obtuvieron mapas “potenciales” de distribución del índice bioclimático estudiado.

Figura 4. Rejilla empleada para la interpolación de la TEE y estaciones meteorológicas utilizadas en la modelación espacial y validación



Fuente de los datos: IPF, INSMET, Centella et al., 2007 y ASTER Global DEM (ASTER GDEM) versión 3 de 2019. Elaboración propia

## 2) Obtención de residuos y corrección de errores

Para obtener los residuos se restaron los valores observados TEE y los estimados por cada modelo de regresión para cada una de las estaciones meteorológicas. Estos valores residuales (errores) se interpolaron espacialmente usando el inverso de la distancia al cuadrado (IDW, por sus siglas en inglés). Finalmente, estos mapas de anomalías se agregaron a los mapas potenciales mediante álgebra de mapas consiguiendo mejoras en el proceso de distribución espacial.

## 3) Validación cruzada y estimación del error de interpolación

El proceso de validación cruzada consistió en la comparación de los valores predichos obtenidos mediante técnicas de interpolación con los valores de las estaciones meteorológicas que no intervinieron en la calibración del modelo de regresión ni en el proceso de corrección de residuos (20 % de las estaciones). Los resultados fueron expresados a través Error Medio Cuadrado (SME, por sus siglas en inglés) que permite conocer el error asociado en términos de las unidades del mapa.

Los mapas se confeccionaron utilizando el software libre Quantum GIS 3.6.3, con el método del IDW y como resultado final se obtuvieron 39 capas ráster con una resolución espacial de 4 km.

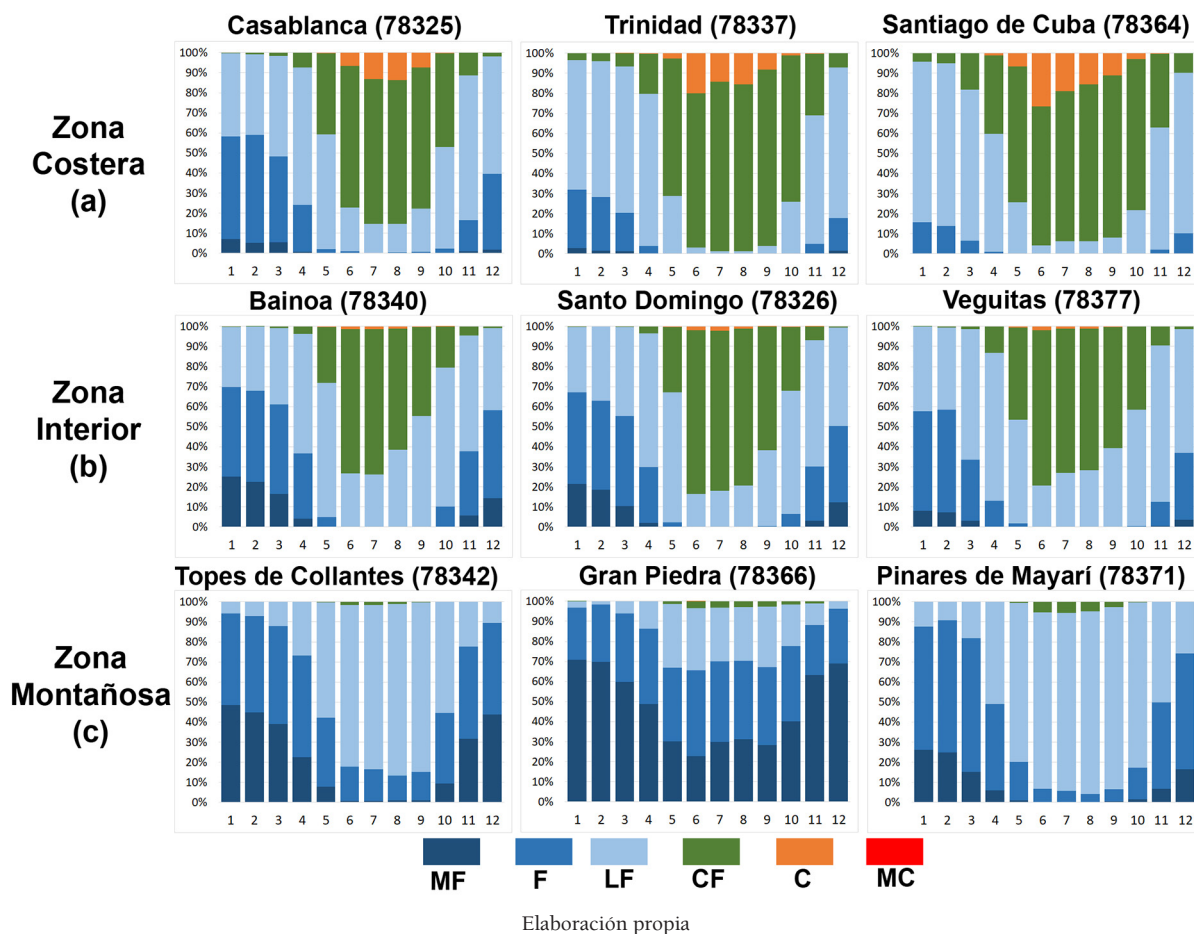
## 3. Resultados

### 3.1. Comportamiento temporal de la TEE en Cuba

Describiendo el comportamiento temporal de las sensaciones térmicas en las zonas costeras de Cuba en el período 1981-2010 (Figura 5a) se puede apreciar que a las 7:00 horas, las sensaciones frescas y frías en conjunto se presentaron con una frecuencia mayor al 90 % en el plazo temporal comprendido entre diciembre y abril. La ocurrencia de períodos muy fríos, en estas zonas del país, fue muy escasa y solo se presentaron en zonas del occidente.

El confort térmico aumentó notablemente de abril a junio para establecerse desde este mes hasta septiembre con una frecuencia de más del 50%. Las sensaciones calurosas, en este horario, solo tuvieron una representación en las zonas costeras del centro y oriente del país entre los meses de junio a septiembre sin llegar a sobrepasar el 30% de frecuencia.

Figura 5. Distribución anual de frecuencia (en porcentaje) de las sensaciones térmicas dadas por la TEE a las 7:00 horas en estaciones meteorológicas seleccionadas de Cuba. Periodo 1981-2010



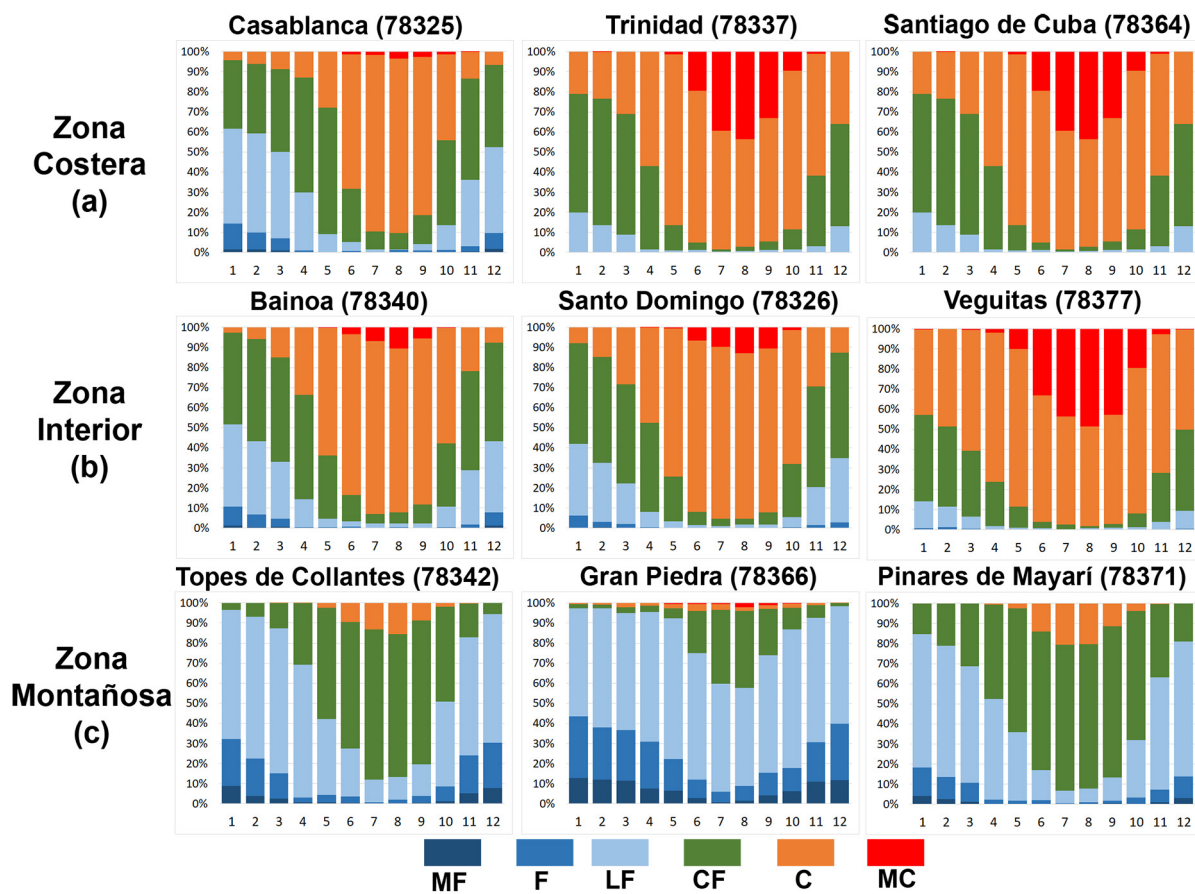
Las zonas del interior del país mostraron una disminución del comportamiento de la TEE con respecto a la zona costera y al igual que en esta, en el horario de la mañana se observó la mayor variabilidad sobre todo en los meses más frescos del año —noviembre a marzo— (Figura 5b). Las estaciones meteorológicas que caracterizan estas zonas mostraron una mayor frecuencia de sensaciones muy frías que puede manifestarse hasta la zona oriental, en cambio en los meses más cálidos las sensaciones calurosas fueron muy poco frecuentes.

El efecto del viento y la disminución de la temperatura en las zonas montañosas tienen una gran influencia en el aumento de las sensaciones estresantes por frío en este horario del día. La frecuencia de las sensaciones muy frías se disparó hasta sobrepasar el 40 y 50% de los días en Topes de Collantes y Gran Piedra respectivamente, en los meses de diciembre a marzo fundamentalmente (Figura 5c).

En el horario de las 13:00 horas, en las zonas costeras, las condiciones de confort estuvieron presentes con una mayor frecuencia (40%) en el período poco lluvioso, mientras que la probabilidad restante de esta época se compartió entre la ocurrencia de sensaciones frescas y calurosas (Figura 6a). Estas últimas, se hicieron más habituales en los meses estivales donde se dio paso a las muy calurosas, que llegaron a alcanzar un máximo en agosto entre el 40-50% en toda la zona costera del sur del país.

En zonas del interior del país, las condiciones calurosas estuvieron presentes durante todo el año siendo más frecuentes de abril a noviembre cuando sobrepasaron ampliamente el 50% (Figura 6b). Desde mayo hasta octubre, las condiciones muy calurosas comenzaron a tener una mayor presencia en estas zonas del país con una probabilidad de ocurrencia que superó el 40 % en el mes de agosto en algunas estaciones meteorológicas. Las sensaciones confortables ocurrieron fundamentalmente en la estación poco lluviosa, mientras las frescas solo aparecieron en el trimestre diciembre-febrero con una frecuencia que predominó por debajo del 40%.

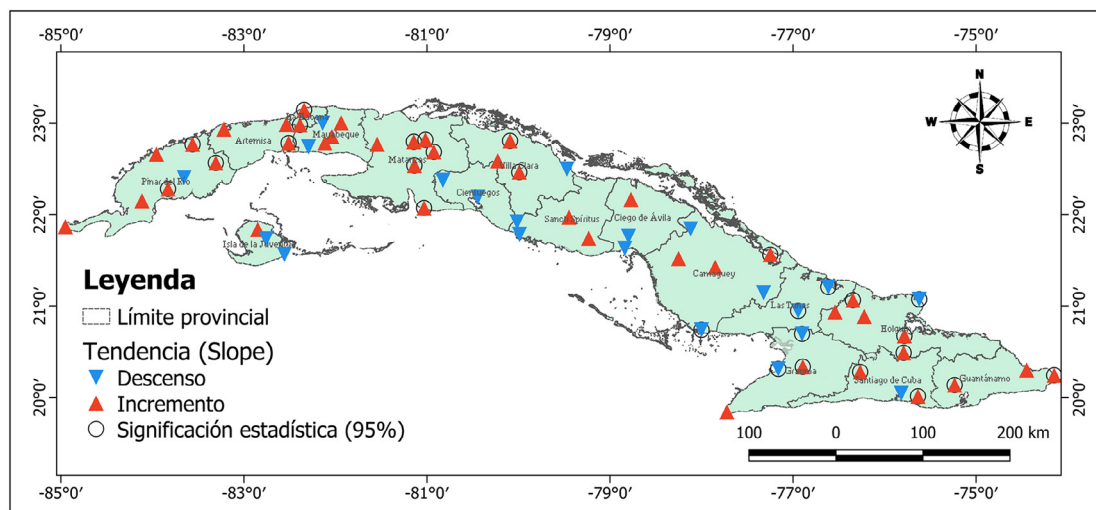
Figura 6. Distribución anual de frecuencia (en porcentaje) de las sensaciones térmicas dadas por la TEE a las 13:00 horas en estaciones meteorológicas seleccionadas de Cuba. Periodo 1981-2010



Elaboración propia

En las montañas, en el horario de las 13:00 horas, las condiciones frescas y confortables tuvieron el predominio durante todo el año (Figura 6c). La mayor probabilidad de ocurrencia de las condiciones calurosas quedó concentrada desde junio a septiembre llegando a más del 40% en el mes de agosto en Topes de Collantes y Pinares de Mayarí.

Figura 7. Tendencia anual del valor de la TEE por estaciones meteorológicas en el periodo 1981-2017



Elaboración propia

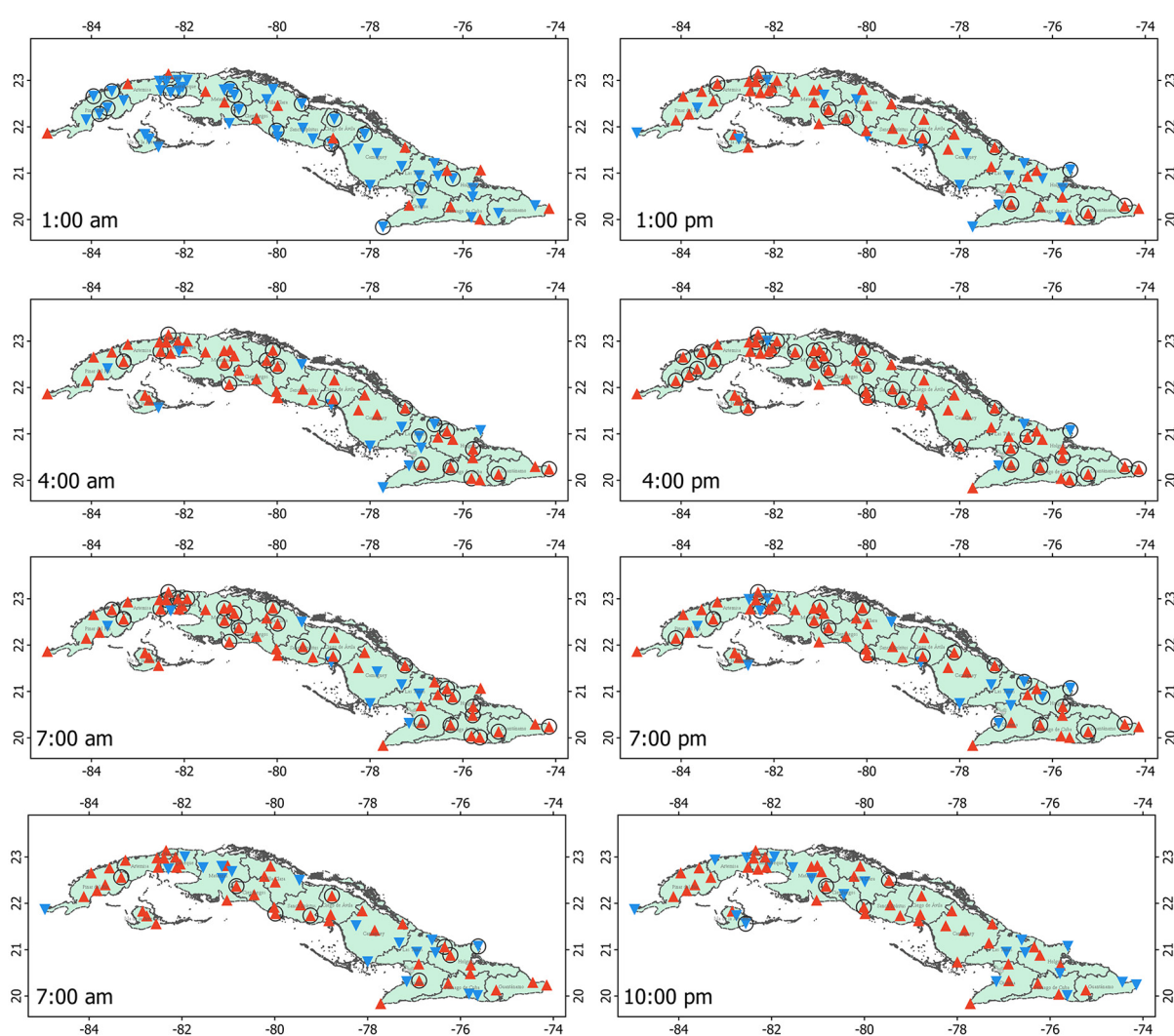
El análisis preliminar de la tendencia de la TEE mostró, de forma general, que los valores de este índice bioclimático presentaron una tendencia positiva en el período 1981-2017, siendo predominante este comportamiento en la mitad occidental del país (Figura 7). En el análisis horario se observó que, con excepción de la 1:00 am, la mayor parte de las estaciones del país presentaron tendencias positivas (Figura 8).

Se destacan los horarios de las 7:00 am y 4:00 pm cuando el aumento de los valores de TEE se hizo predominante en todo el territorio nacional con mayor significación estadística. Hacia las provincias de Camagüey, Las Tunas y Granma, con excepción de las 4:00 pm, se observó un predominio de tendencias negativas de la TEE en todos los horarios.

El análisis de la tendencia de la frecuencia de sensaciones térmicas estresantes por calor mostró resultados interesantes. La cantidad de días con sensación térmica muy calurosa se incrementó notablemente en los horarios de la 1:00 pm y las 4:00 pm (Figura 8). La magnitud de los cambios osciló entre 1 día/década y 5 días/década para los dos horarios analizados.

Los puntos de cambio en todas las series predominaron en el período comprendido entre 1994 y 2004.

Figura 8. Tendencia anual del valor de la TEE por estaciones meteorológicas y horarios en el período 1981-2017



### LEYENDA

- Tendencia (slope) ○ Significación estadística (95%)  
 ▼ Descenso □ Límite Provincial  
 ▲ Incremento

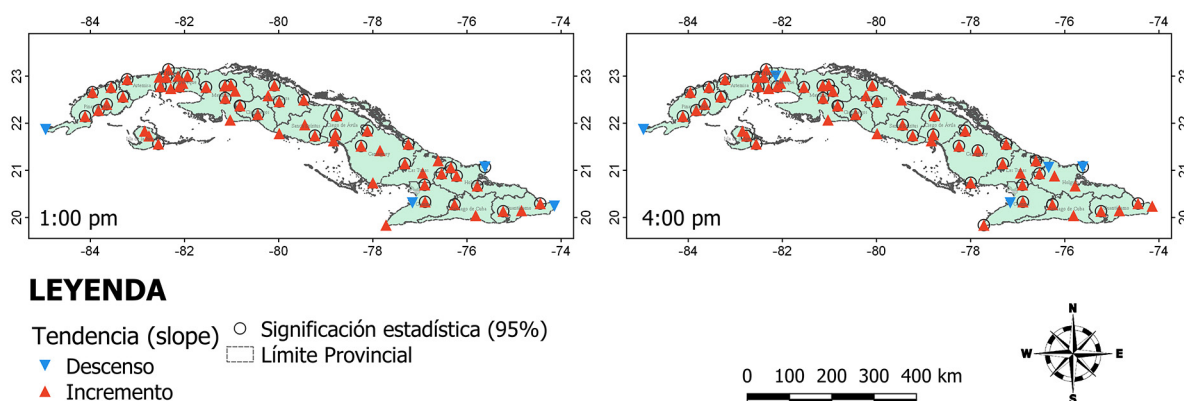
0 100 200 300 400 km



Elaboración propia



Figura 9. Tendencia anual de la cantidad de días con sensaciones térmicas muy calurosa a la 1:00 pm (izquierda) y 4:00 pm (derecha)



### 3.2. Distribución espacial de la TEE en Cuba

#### 3.2.1. Análisis de regresión y validación cruzada

En las Tablas 3, 4 y 5 se muestran las ecuaciones de regresión empleadas en el análisis espacial de las sensaciones térmicas en Cuba a través de la TEE. Los mejores modelos de regresión obtenidos fueron con los valores medios mensuales de la TEE que en todos los casos  $R^2$  superó el 89%. Los coeficientes de determinación más bajos se obtuvieron en el horario de las 7:00 horas con valores entre el 75 y 90 %.

Tabla 3. Ecuaciones de regresión obtenidas para el análisis espacial de la TEE por meses

Mes	Ecuación de Regresión	$R^2$
Enero	$TEE=35,429+0,037*LON-0,579*LAT-0,008*h-0,006*d$	0,897
Febrero	$TEE=31,735+0,041*LON-0,207*LAT-0,008*h-0,004*d$	0,959
Marzo	$TEE=34,196+0,043*LON-0,398*LAT-0,009*h-0,005*d$	0,936
Abril	$TEE=34,662+0,050*LON-0,457*LAT-0,009*h-0,006*d$	0,919
Mayo	$TEE=31,848-0,014*LON-0,585*LAT-0,008*h-0,002*d$	0,902
Junio	$TEE=30,454-0,044*LON-0,601*LAT-0,008*h-0,001*d$	0,911
Julio	$TEE=27,090-0,089*LON-0,554*LAT-0,008*h-0,003*d$	0,921
Agosto	$TEE=23,294-0,102*LON-0,359*LAT-0,007*h-0,001*d$	0,946
Septiembre	$TEE=24,717-0,045*LON-0,158*LAT-0,007*h-0,005*d$	0,953
Octubre	$TEE=24,160-0,044*LON-0,116*LAT-0,007*h-0,007*d$	0,947
Noviembre	$TEE=25,333-0,018*LON-0,070*LAT-0,009*h-0,009*d$	0,950
Diciembre	$TEE=27,290+0,010*LON-0,069*LAT-0,008*h-0,008*d$	0,954

Elaboración propia

Tabla 4. Ecuaciones de regresión obtenidas para el análisis espacial de la TEE por meses a las 7:00 horas.

Mes	Ecuación de Regresión	$R^2$
Enero	$TEE=33,596+0,071*LON-0,491*LAT-0,008*h-0,023*d$	0,750
Febrero	$TEE=34,309+0,103*LON-0,173*LAT-0,008*h-0,012*d$	0,873
Marzo	$TEE=36,026+0,122*LON-0,284*LAT-0,009*h-0,013*d$	0,833
Abril	$TEE=33,970+0,113*LON-0,300*LAT-0,009*h-0,018*d$	0,788
Mayo	$TEE=30,560+0,013*LON-0,550*LAT-0,008*h-0,022*d$	0,753
Junio	$TEE=32,429-0,006*LON-0,666*LAT-0,008*h-0,021*d$	0,787
Julio	$TEE=32,923+0,0004*LON-0,592*LAT-0,008*h-0,016*d$	0,825
Agosto	$TEE=28,350-0,006*LON-0,302*LAT-0,007*h-0,015*d$	0,887
Septiembre	$TEE=26,488+0,011*LON-0,083*LAT-0,007*h-0,013*d$	0,901
Octubre	$TEE=25,981+0,036*LON+0,036*LAT-0,007*h-0,014*d$	0,872
Noviembre	$TEE=27,395+0,048*LON+0,013*LAT-0,007*h-0,015*d$	0,860
Diciembre	$TEE=28,645+0,038*LON-0,098*LAT-0,007*h-0,015*d$	0,857

Elaboración propia

Tabla 5. Ecuaciones de regresión obtenidas para el análisis espacial de la TEE por meses a las 13:00 horas.

Mes	Ecuación de Regresión	R <sup>2</sup>
Enero	TEE=38,778+0,029*LON-0,643*LAT-0,007*h+0,021*d	0,812
Febrero	TEE=34,081+0,027*LON-0,277*LAT-0,007*h+0,014*d	0,898
Marzo	TEE=36,145-0,011*LON-0,581*LAT-0,007*h+0,012*d	0,854
Abril	TEE=37,190+0,013*LON-0,597*LAT-0,007*h+0,015*d	0,830
Mayo	TEE=35,444+0,018*LON-0,511*LAT-0,006*h+0,027*d	0,816
Junio	TEE=33,571+0,002*LON-0,457*LAT-0,006*h+0,031*d	0,823
Julio	TEE=29,759-0,035*LON-0,369*LAT-0,006*h+0,032*d	0,839
Agosto	TEE=26,850-0,037*LON-0,192*LAT-0,006*h+0,026*d	0,880
Septiembre	TEE=30,264+0,041*LON-0,016*LAT-0,006*h+0,021*d	0,906
Octubre	TEE=28,114+0,001*LON-0,041*LAT-0,005*h+0,016*d	0,903
Noviembre	TEE=28,810+0,017*LON-0,007*LAT-0,006*h+0,014*d	0,923
Diciembre	TEE=31,400+0,067*LON+0,041*LAT-0,006*h+0,015*d	0,931

Elaboración propia

Los errores de interpolación oscilaron entre 0,08 y 0,66 °C (Tabla 6). Los mayores valores se obtuvieron en los meses del período poco lluvioso —noviembre-abril— en el horario de la mañana, mientras que los mínimos coincidieron con los meses más cálidos del año.

Tabla 6. Validación de la cartografía mediante la obtención del error cuadrático medio (MSE).

Mes	TEE_mensual	TEE_7:00 horas	TEE_13:00 horas
enero	0,26	0,66	0,21
febrero	0,20	0,53	0,25
marzo	0,17	0,42	0,25
abril	0,15	0,29	0,19
mayo	0,12	0,16	0,15
junio	0,14	0,14	0,15
julio	0,17	0,19	0,09
agosto	0,16	0,27	0,08
septiembre	0,16	0,27	0,11
octubre	0,17	0,29	0,13
noviembre	0,19	0,44	0,14
diciembre	0,19	0,54	0,14

Elaboración propia

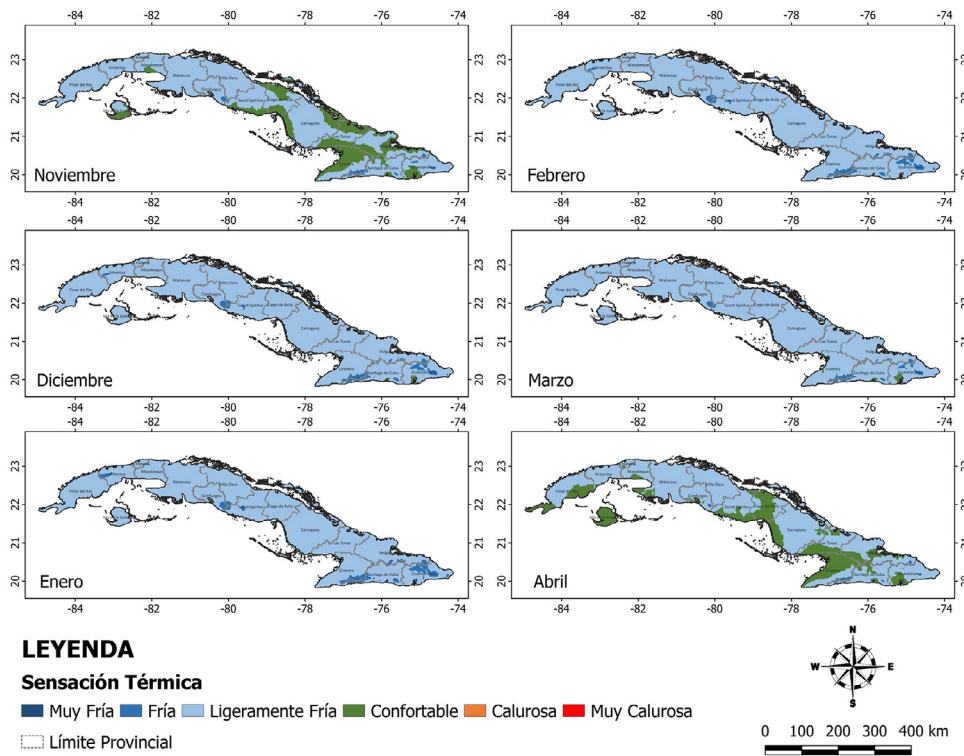
### 3.2.2. Comportamiento espacial de la Temperatura Efectiva Equivalente en Cuba en el período 1981-2010

El comportamiento espacial de la TEE en el período poco lluvioso del año mostró que hubo un predominio de las sensaciones frescas como promedio, que llegaron a ser frías hacia las zonas montañosas del país, como ya se había explicado anteriormente. Como se puede apreciar en la Figura 10, los meses desde diciembre a marzo presentaron una gran homogeneidad en su comportamiento medio. En cambio, en los meses de tránsito —noviembre y abril— se observaron amplias zonas, sobre todo en las costas, donde prevalecieron las sensaciones confortables. En el caso del oncenavo mes del año estas zonas estuvieron limitadas solo a la mitad oriental mientras que en abril se extendieron hacia todo el sur del occidente del país.

En el período estacional lluvioso predominaron las sensaciones confortables como promedio que llegaron a ser frescas hacia las zonas montañosas (Figura 11). A diferencia del período poco lluvioso los meses centrales (julio y agosto) son los que marcan las mayores diferencias con respecto al resto de los meses. En estos, se registraron sensaciones calurosas como promedio hacia las zonas costeras del país.

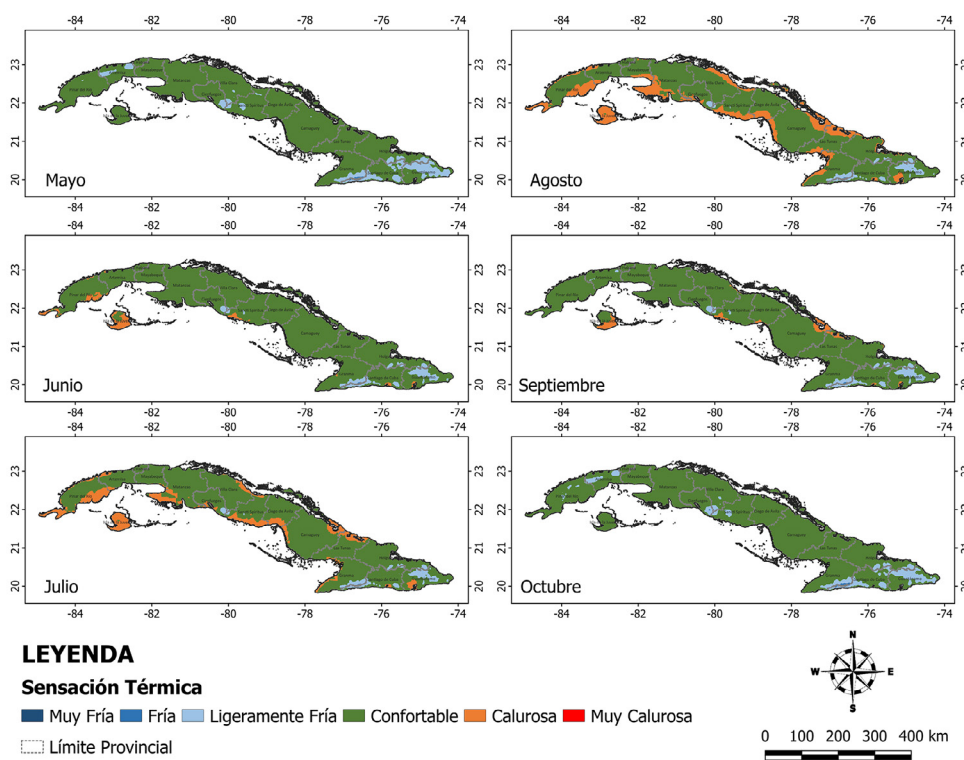
Analizando en detalle el comportamiento de la TEE por meses y horarios contrastados, se muestra en la Figura 12 la distribución de este índice en enero a las 7:00 horas. En este período predominaron las sensaciones frías en todo el territorio nacional. Sin embargo, en la mitad oriental las condiciones frescas o ligeramente frías tuvieron una mayor presencia hacia las llanuras costeras. En alturas superiores a los 650 m aparecieron sensaciones muy frías mostrando un gran contraste térmico sobre todo hacia la vertiente sur del macizo Guamuhaya en el centro del país y la Sierra Maestra al oriente.

Figura 10. Distribución espacial de las sensaciones térmicas dadas por la TEE mensual en el periodo poco lluvioso en Cuba. Período 1981-2010



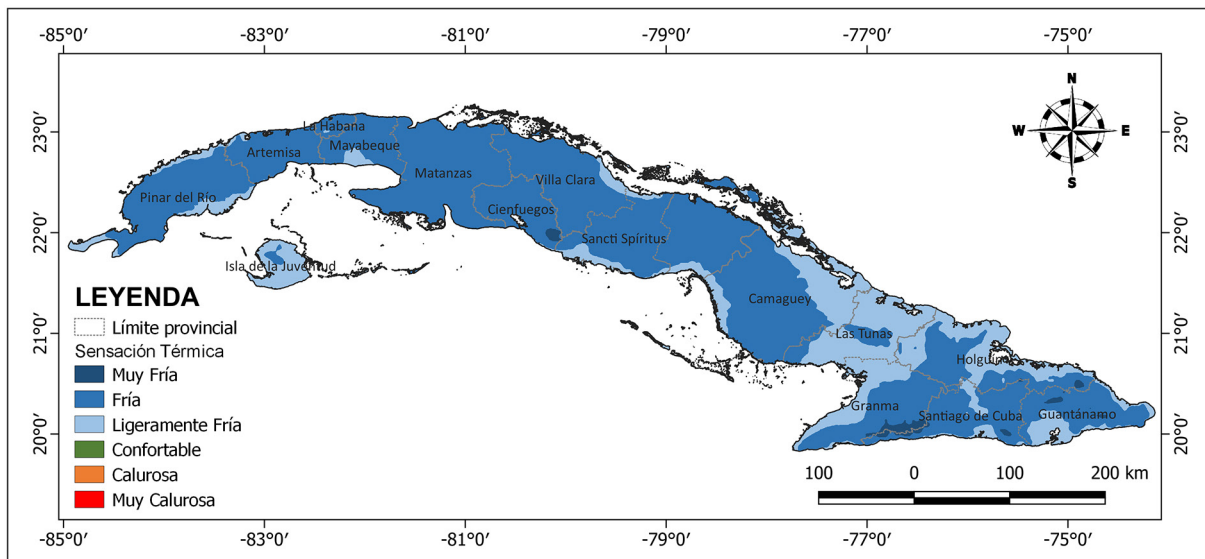
Elaboración propia

Figura 11. Distribución espacial de las sensaciones térmicas dadas por la TEE mensual en el periodo lluvioso en Cuba. Período 1981-2010



Elaboración propia

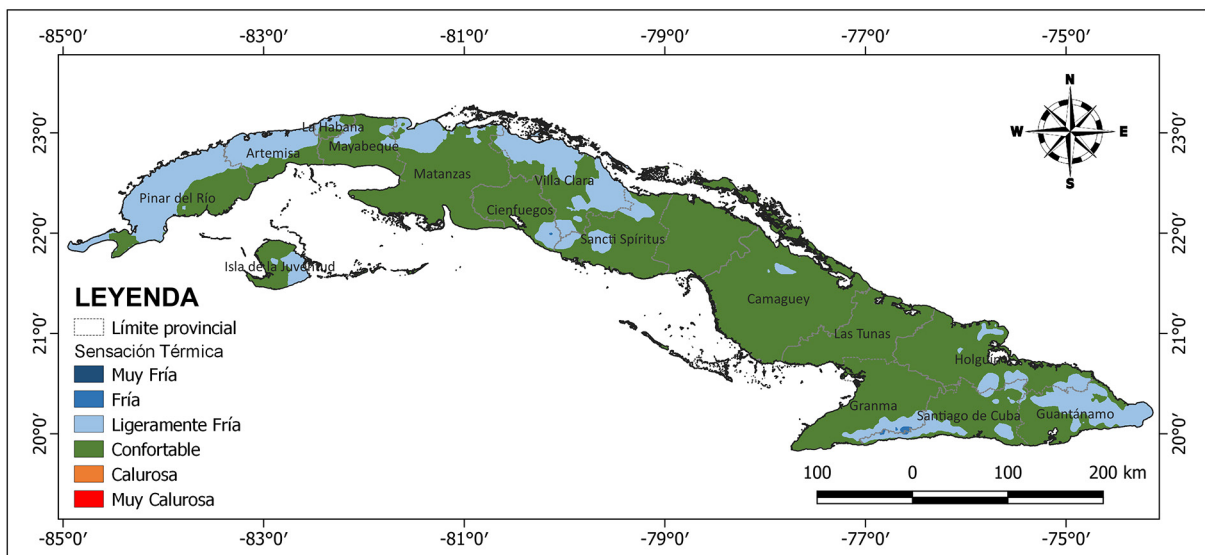
Figura 12. Distribución espacial de las sensaciones térmicas en Cuba dadas por la TEE en el mes de enero a las 7:00 horas. Período 1981-2010



Elaboración propia

En este mismo mes, pero en horas del mediodía prevalecieron las condiciones confortables en la mayor parte del territorio nacional (Figura 13). Las sensaciones frescas tuvieron una mayor representación en el occidente que en el oriente, registrándose en toda la mitad norte de las provincias Pinar del Río, Artemisa, Mayabeque, Habana, Villa Clara. En alturas superiores a los 950 m de la Sierra Maestra, como promedio, en este horario, persistieron las sensaciones frías.

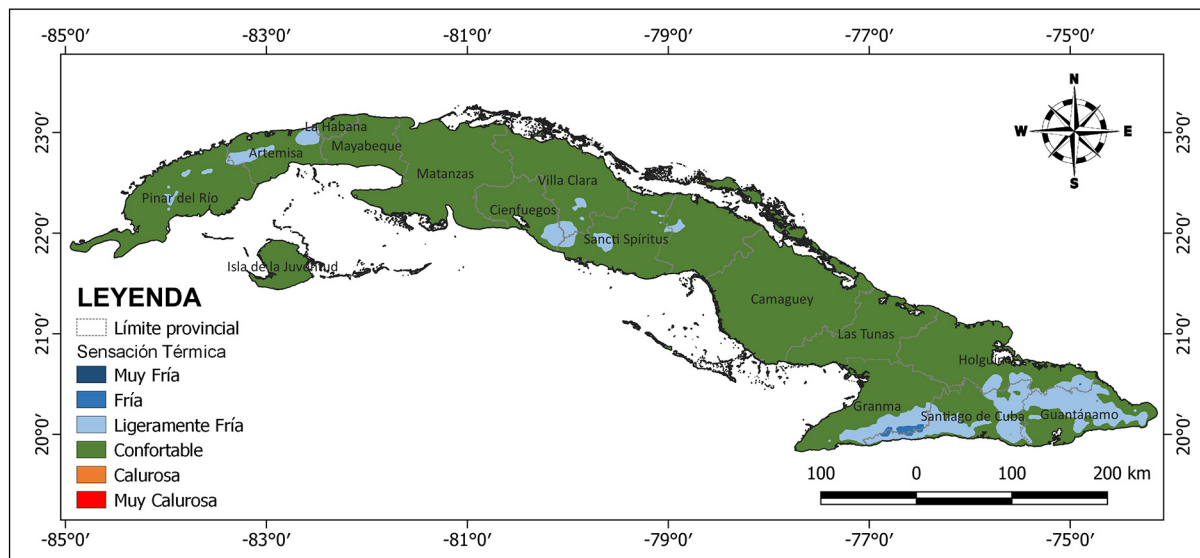
Figura 13. Distribución espacial de las sensaciones térmicas en Cuba dadas por la TEE en el mes de enero a las 13:00 horas. Período 1981-2010



Elaboración propia

En julio, a las 7:00 horas, la distribución espacial de la TEE resultó ser similar a la del mes de enero a las 13:00 horas. En esta ocasión, el confort térmico siguió siendo predominante en el archipiélago, como promedio, y solo en los sistemas montañosos prevalecieron las condiciones frescas o ligeramente frías. Las sensaciones frías estuvieron confinadas en las cimas más altas de la Sierra Maestra (Figura 14).

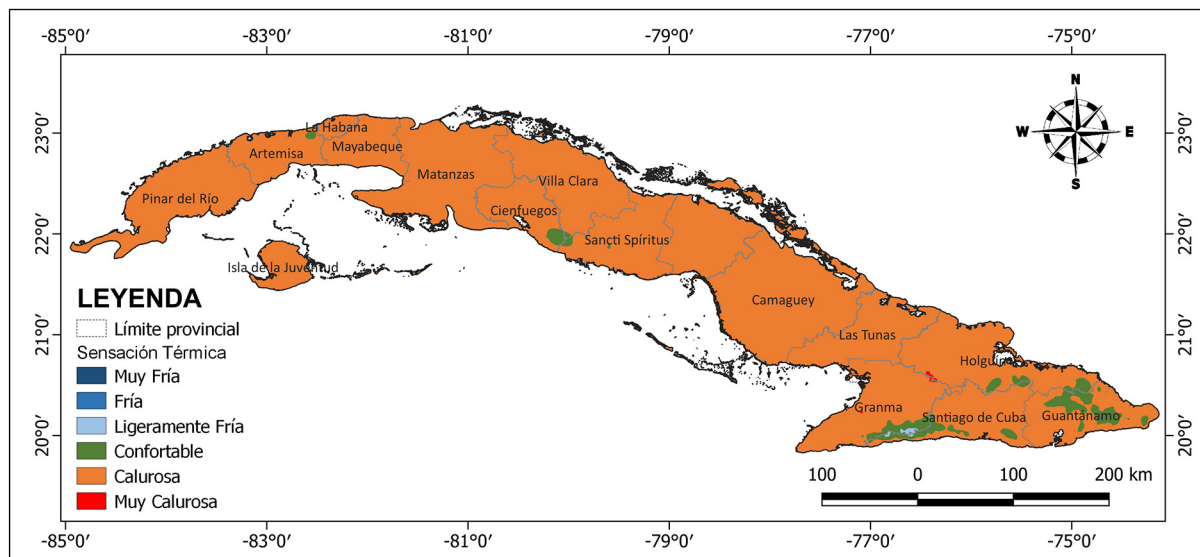
Figura 14. Distribución espacial de las sensaciones térmicas en Cuba dadas por la TEE en el mes de julio a las 7:00 horas. Período 1981-2010



Elaboración propia

Por otra parte, a las 13:00 horas del propio mes, las sensaciones calurosas cubrieron la mayor parte del país (Figura 15). En este horario solo en las regiones montañosas —alturas mayores que 400 m— prevalecieron las condiciones de confort. Es interesante observar que en las partes más elevadas de estas zonas —más de 1.000 m— la combinación de la temperatura, humedad relativa y viento originaron sensaciones de ligera frialdad.

Figura 15. Distribución espacial de las sensaciones térmicas en Cuba dadas por la TEE en el mes de julio a las 13:00 horas. Período 1981-2010



Elaboración propia

#### 4. Discusión de resultados

La distribución espacial de las sensaciones térmicas en Cuba se explica mediante las condiciones climáticas propias de cada región, que imponen una clara estacionalidad anual y por las características físico-geográficas, introduciendo diferencias significativas entre una zona u otra, ya sea por diferencias altitudinales o por desigual influencia marítima. Es por esto que se justifica el empleo de las variables

independientes: latitud, longitud, altitud y distancia a la costa en la modelación espacial de las sensaciones térmicas tal y como aplican Guler et al. (2007) y Szymanowski et al. (2013) para determinar el comportamiento espacial de las temperaturas en Turquía y Polonia respectivamente, así como Matzarakis y Gulyás (2006) para modelar el comportamiento del índice PET en Hungría. Los mapas de TEE por meses y horarios contrastados del año y del día, resumen bastante bien estos aspectos y permiten mostrar las características bioclimáticas imperantes en Cuba.

En los meses más fríos del año los menores valores de la TEE se registran hacia la mitad occidental en el horario de la noche y madrugada y hacia las zonas montañosas. En este período del año se registran temperaturas muy bajas tanto en las zonas más altas de las zonas montañosas, así como en zonas llanas del interior de la mitad occidental del país. Las zonas montañosas de Cuba resultan las más frías, no tanto por la ocurrencia de temperaturas mínimas notables, sino porque las máximas no llegan a alcanzar valores elevados (Lecha et al., 1994). Esta situación, unida a los altos valores de humedad relativa presentes en esta zona exacerba las sensaciones de frío expresadas a través de la TEE ya que la influencia de la humedad no solo es mayor bajo condiciones cálidas, sino que con temperaturas inferiores a los 10 °C se experimenta un descenso marcado del índice (Barcia et al., 2020).

En el caso de las llanuras interiores, la ocurrencia de temperaturas mínimas notables es una particularidad de estas zonas, donde son más intensos los procesos de enfriamiento superficial por irradiación nocturna de calor en los días despejados y sin viento (Lecha et al., 1994). Este comportamiento complejiza el análisis espacial del índice bioclimático TEE en los meses y horarios más fríos, teniendo en cuenta como una de las variables independientes la altura sobre el nivel del mar. Esta es la razón fundamental por la cual los mayores errores de interpolación se alcanzan en estos meses —diciembre, enero y febrero—. Por su parte, en los meses más cálidos el comportamiento espacial de la TEE responde mejor a la variación de las variables independientes empleadas y los errores de interpolación disminuyen notablemente alcanzando valores inferiores a 0,2 °C. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Ninyerola et al. (2000, 2005, 2007), quienes obtienen los mayores errores en la modelación espacial de la temperatura mínima, y en el resto de las variables (temperatura máxima y media), los valores más bajos se corresponden al período invernal en la península ibérica. Similares resultados consiguen Wang et al. (2017), que comparan dos modelos de regresión para estimar el comportamiento espacial de la temperatura del aire en China y obtienen los mayores errores en el caso de la temperatura mínima. Por el contrario, Guler et al. (2007), para Turquía, obtienen los mayores coeficientes de determinación para la temperatura mínima y media, mientras que, para la temperatura máxima, los valores son menores.

En los meses del período lluvioso del año, como promedio, predomina el confort térmico. Sin embargo, al tener en cuenta los horarios extremos del día se observa cómo se degrada la sensación térmica hasta alcanzar el estrés térmico por calor —sensaciones calurosas y muy calurosas— en las zonas llanas del país. En las zonas montañosas se mantienen en todo el período sensaciones frías, frescas y confortables. Estos resultados son consistentes con lo descrito por Osorio et al. (1988), Lecha (1993) y Castillo & Barcia (2015), quienes expresan que en verano solo se encuentran sensaciones de bienestar en estas regiones del país. Igualmente, Wu et al. (2019) determinan la existencia de gradientes altitudinales en el comportamiento de las sensaciones térmicas expresadas a través del Índice Térmico Universal del Clima (UTCI) en China.

En los meses centrales del verano las zonas costeras presentan, como promedio, sensaciones calurosas las cuales se hacen más extensas en la costa sur. En la costa norte el estrés térmico de este horario y sobre todo de los meses más cálidos mejora considerablemente debido al efecto refrescante del viento. Resultado similar obtienen Santana (2004) y Matos y Batista (2004) quienes determinan que, hacia Cayo Coco, al norte de la provincia de Ciego de Ávila, el reforzamiento del sistema local de brisas de la costa norte, provoca una disminución notable en los valores de la TEE.

Más allá de las regularidades observadas en el comportamiento espacio-temporal del índice y que coinciden con los resultados de Osorio et al. (1988), resaltan áreas del país con variaciones bruscas de las sensaciones térmicas, asociadas a los principales sistemas montañosos (Guamuhaya y Sierra Maestra). Ello confirma los resultados obtenidos por León et al. (2006) quienes llaman la atención sobre la existencia de contrastes bioclimáticos de diferente magnitud que merecen especial atención, toda vez que se presentan en regiones de gran interés turístico, social y medioambiental. En estas zonas, los contrastes térmicos llegan a ser *fuertes* (10-15 °C) y *muy fuertes* (15-20 °C) en los horarios de la mañana (7:00 am) y finales de la tarde (7:00 pm) en el período invernal (León et al., 2006).

La tendencia significativa de la cantidad de días con sensaciones muy calurosas es consistente con las tendencias nacionales (CITMA, 2020) y globales a un calentamiento del sistema climático (Panel Intergubernamental del Cambio Climático [IPCC], 2021), lo cual puede ser un indicativo de la alta influencia de esta variable —temperatura— en el comportamiento de la TEE. En Cuba la temperatura media del aire aumentó 1 °C en el período 1951-2017 y se evidenció en el período 1981-2017 un aumento de los períodos cálidos y una disminución de los fríos (CITMA, 2020). En correspondencia, otras investigaciones realizadas en Rusia y China muestran resultados similares en cuanto a las tendencias que se están observando en índices bioclimáticos como el UTCI y PET (Wu et al., 2017; Varentsov et al., 2020).

## 5. Conclusiones

Con esta investigación se persiguió incrementar el conocimiento en el país sobre las sensaciones térmicas partiendo de la premisa de que la mayoría de las investigaciones sobre la materia eran del siglo pasado y las más recientes presentaban un carácter más local. Al respecto, se obtuvo una cartografía actualizada, así como una mejor descripción del comportamiento temporal de las mismas con base al índice bioclimático TEE.

La distribución temporal y espacial de las sensaciones térmicas expresadas por la TEE en Cuba confirma que, durante el período poco lluvioso, las mañanas se caracterizan por ser generalmente frescas y en menor medida resultan frías o muy frías, con las mayores frecuencias de estas condiciones hacia la mitad occidental del país. Por su parte, las tardes del período lluvioso son predominantemente calurosas llegando a ser muy calurosas en los meses de julio y agosto.

La distribución espacial de las sensaciones térmicas a través de la Temperatura Efectiva Equivalente por meses y horarios mostró que las características más contrastantes de las sensaciones térmicas en el país se presentan en función del efecto del relieve y la distancia a las costas, encontrándose las zonas más confortables, climáticamente, hacia el occidente y zonas montañosas del país.

La metodología aplicada en la modelización espacial de las sensaciones térmicas introduciendo, junto a la interpolación por distancia entre estaciones meteorológicas, diferentes variables geográficas, parece a priori dar buenos resultados en Cuba. Este método ha permitido conocer con una mayor precisión la distribución espacial de los niveles de confort a través de la Temperatura Efectiva Equivalente.

En consecuencia, con el aumento de la temperatura en el país las sensaciones muy calurosas muestran un incremento en todo el territorio nacional. Esto apoya la hipótesis de que la población cubana en los últimos años ha estado sometida a un mayor estrés térmico por calor lo que pudiera devenir en condiciones potencialmente peligrosas para la salud. Es por esto que la actualización de la cartografía de las sensaciones térmicas expresadas a través de la TEE desarrollada aquí tiene muchas aplicaciones potenciales ya que se puede utilizar como línea base para estudios de cambio climático, zonificación del confort térmico y estudios de peligro por calor o frío extremos.

Las tendencias futuras de esta investigación incluirán la introducción de nuevas variables independientes (radiación solar), así mismo, este análisis pretende extenderse a otros índices de sensación térmica y el uso de otras técnicas de interpolación. Igualmente, se impone la actualización de la cartografía de las sensaciones térmicas empleando nuevos períodos climáticos normales de manera que permita la identificación de los principales cambios espaciales, así como la proyección del futuro comportamiento de estos índices según diferentes escenarios climáticos.

## Referencias

- Barcia, S., Otero, M., Hernández, D., Gómez, D., & Gómez, L. (2019). *Comportamiento temporal y espacial de las sensaciones térmicas en Cuba en el período 1981-2010*. (Informe de Resultado n.º 2; p. 60). Instituto de Meteorología.
- Barcia, S., Otero, M., Hernández, D., Gómez, D., & Gómez, L. (2020). Comparación de diferentes índices bioclimáticos en Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, 26(3), 1-19. <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/view/522/883>
- Bútueva, I. V., Ilichiova, E. M., & Kornilova, R. P. (1984). Régimen de tiempo y sensación térmica del hombre en diferentes zonas naturales de la URSS en el período cálido del año. *Materiales de Investigaciones Meteorológicas*, 74-81.
- Castillo, C. (2014). *Sensaciones térmicas y extremos bioclimáticos por calor en la provincia Cienfuegos*. [Undergraduate thesis]. Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas.
- Castillo, C. S., & Barcia, S. (2015). Sensaciones térmicas en la provincia Cienfuegos (Cuba). *Investigaciones Geográficas*, (64), 25-35. <https://doi.org/10.14198/INGEO2015.64.02>
- CentellaA, B. Lapinel, O. Solano, R. Vázquez, C. Fonseca, V. Cutié, R. Baéz, S. González, J. Sille, P. Rosario, & L. Duarte. (2007). *La sequía meteorológica y agrícola en la República de Cuba y la República Dominicana*. Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PNUD). [https://www.undp.org/content/dam/cuba/docs/libro\\_sequia.pdf](https://www.undp.org/content/dam/cuba/docs/libro_sequia.pdf)
- Fernández, F. (2008). Creación de nuevos mapas a partir del MDE. Aplicación de las funciones de análisis de superficies. In A. Moreno Jiménez (Coord.), *Sistemas y Análisis de la Información Geográfica: Manual de autoaprendizaje con ArcGIS* (2nd. ed, pp-329-648). RA-MA.
- Fernández, F., & Moreno, A. (2004). Confort climático y nivel de renta en la comunidad de Madrid: Un estudio exploratorio de su relación espacial. In V. M. Roselló (Ed.), *Historia, Clima y Paisaje. Estudios geográficos en memoria del profesor Antonio López Gómez* (pp. 305-321). Universitat de València.
- Guevara, V. (2006). *Las condiciones de calor intenso como indicador de extremos bioclimáticos en Ciudad de La Habana* [Unpublished master thesis]. Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas.
- Guevara, V., León, A., & Vidalet, J. (1990). Frecuencias de las sensaciones térmicas en Cuba sobre la base de la temperatura efectiva equivalente (TEE). In *VIII Jornada Científica del Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba*.
- Guler, M., Cemek, B., & Gunal, H. (2007). Assessment of some spatial climatic layers through GIS and statistical analysis techniques in Samsun Turkey. *Meteorological Applications* (14), 163-169. <https://doi.org/10.1002/met.18>
- Gulyás, A., & Matzarakis, A. (2007). Selected examples of bioclimatic analysis applying the physiologically equivalent temperature in Hungary. *Acta climatologica et chorologica*, 40(41), 37-46. [https://www.urbanclimate.net/matzarakis/papers/ACTA\\_2007\\_037-046.pdf](https://www.urbanclimate.net/matzarakis/papers/ACTA_2007_037-046.pdf)
- Gulyás, Á., & Matzarakis, A. (2009). Seasonal and spatial distribution of physiologically equivalent temperature (PET) index in Hungary. *Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Service*, 113(3), 221-231. [https://www.academia.edu/66733518/Seasonal\\_and\\_spatial\\_distribution\\_of\\_physiologically\\_equivalent\\_temperature\\_PET\\_index\\_in\\_Hungary](https://www.academia.edu/66733518/Seasonal_and_spatial_distribution_of_physiologically_equivalent_temperature_PET_index_in_Hungary)
- Iñiguez, R. L., & Mateo, J. M. (1980). *Geografía física de Cuba. Componentes físico-geográficos y paisajes*. Sello Editorial Ministerio de Educación Superior.
- Lecha, L. B. (1989). El complejo temperatura del aire-rapidez del viento. *Arquitectura y Urbanismo*, X(1).
- Lecha, L. B. (1992). Características climatológicas de las sensaciones confortables en el archipiélago cubano. *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, 20, 81-98. <http://repositorio.geotech.cu/xmlui/bitstream/handle/1234/2685/Caracter%C3%ADsticas%20climatol%C3%B3gicas%20de%20las%20sensaciones%20confortables%20en%20el%20archipi%C3%A9lago%20cubano.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Lecha, L. B. (1993). *Estudio bioclimático de la provincia Cienfuegos*. Sello Editorial Academia.
- Lecha, L. B., Paz, L. R., & Lapinel, B. (1994). *El clima de Cuba*. Sello Editorial Academia.



- León, A. (1988). *Las sensaciones de calor en el occidente de Cuba*. [Undergraduate thesis]. Universidad de La Habana.
- León, A., Campos, A., Guevara, V., & González, I. (2006). Contrastes extremos de las sensaciones térmicas en Cuba. Su variabilidad climática. *Revista Cubana de Meteorología*, 13(1), 25-32. <http://rcm.insmet.cu/index.php/rcm/article/download/270/330>
- Matos, F., & Batista, L. M. (2004). *La sensación térmica en el Destino Turístico Jardines del Rey, Cuba. Sus aplicaciones a la salud, el termalismo y la recreación*. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/1610/1/La%20sensaci%C3%B3n%20t%C3%A9rmica%20en%20el%20destino%20tur%C3%ADstico%20Jardines%20del%20Rey.pdf>
- Matzarakis, A., & Gulyás, A. (2006). A contribution to the thermal bioclimate of Hungary—mapping of the physiologically equivalent temperature. *Landscape, Environment and Society Studies*, 479-488. [https://www.academia.edu/71654416/A\\_Contribution\\_to\\_the\\_Thermal\\_Bioclimate\\_of\\_Hungary\\_Mapping\\_of\\_the\\_Physiologically\\_Equivalent](https://www.academia.edu/71654416/A_Contribution_to_the_Thermal_Bioclimate_of_Hungary_Mapping_of_the_Physiologically_Equivalent)
- Millán, A., & Lallana, V. (2017). Modelización espacial del régimen bioclimático medio en la Comunidad Autónoma de Madrid mediante la aplicación de la temperatura fisiológica equivalente (PET). *Revista Mapping*, 26(183), 20-29. [http://revistamapping.com/wp-content/uploads/2017/09/Revista-MAPPING-183\\_A2.pdf](http://revistamapping.com/wp-content/uploads/2017/09/Revista-MAPPING-183_A2.pdf)
- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (2020). Tercera Comunicación Nacional a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/Third%20National%20Communication.%20Cuba.pdf>
- Ninyerola, M., Pons, X., & Roure, J. M. (2000). A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques. *International Journal of Climatology*, 20(14). [https://doi.org/10.1002/1097-0088\(20001130\)20:14<1823::AID-JOC566>3.0.CO;2-B](https://doi.org/10.1002/1097-0088(20001130)20:14<1823::AID-JOC566>3.0.CO;2-B)
- Ninyerola, M., Pons, X., & Roure, J. M. (2005). *Atlas climático digital de la Península Ibérica. Metodología y aplicaciones en bioclimatología y geobotánica*. Universitat Autònoma de Barcelona. <http://opengis.uab.es/wms/iberia/pdf/acdpi.pdf>
- Ninyerola, M., Pons, X., & Roure, J. M. (2007). Objective air temperature mapping for the Iberian Peninsula using spatial interpolation and GIS. *International Journal of Climatology*, 27(9), 1231-1242. <https://doi.org/10.1002/joc.1462>
- Organización Meteorológica Mundial. (2018). *Guía de prácticas climatológicas*. (Edición de 2018). [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=10027](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10027)
- Osorio, M. (1989). Bienestar Térmico sobre la base de la Temperatura Efectiva Equivalente. In *Nuevo Atlas Nacional de Cuba* (pp. 6.4.2). <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/3471/50/Nuevo%20Atlas%20Nacional%20de%20Cuba%201989%2006.4.2-3%20Bienestar%20t%C3%A9rmico%2c%20Condiciones%20clim%C3%A1ticas%20y%20Regionalizaci%C3%B3n%20agroclim%C3%A1tica.pdf>
- Osorio, M., Vidallet, J., & León, A. (1988). La temperatura efectiva equivalente en Cuba. *Revista Cubana de Meteorología*, 1(1), 72-78.
- Panel Intergubernamental del Cambio Climático. (2021). *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Summary for policymaker. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. In V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P. R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, & T. Waterfield (Eds.), *Summary for policymakers*. Cambridge University Press. In Press.
- Planos, E., Rivero, R., & Guevara, V. (2013). *Impacto del Cambio Climático y Medidas de Adaptación en Cuba*. Instituto de Meteorología, Agencia de Medio Ambiente, CITMA. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/2820/1/Impacto%20del%20Cambio%20Clim%C3%A1tico%20y%20Medidas%20de%20Adaptaci%C3%B3n%20en%20Cuba%20Introducci%C3%B3n.pdf>
- Royé, D., Martí, A., & Cabalar, M. (2012). Aproximación al comportamiento espacial del estrés térmico en Galicia mediante el uso del índice bioclimático PET. 10. In *VIII Congreso de la Asociación Española de Climatología, serie A, nº 8* (pp. 941-949). [http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0092\\_PU-SA-VIII-2012-D\\_ROYE.pdf](http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0092_PU-SA-VIII-2012-D_ROYE.pdf)

- Santana, M. (2004). *Estudio de las sensaciones térmicas en la provincia Ciego de Ávila*. [Unpublished master thesis]. Instituto Superior de Tecnología y Ciencias Aplicadas. <http://repositorio.geotech.cu/jspui/bitstream/1234/2694/1/Estudio%20de%20las%20sensaciones%20t%C3%A9rmicas%20en%20la%20Provincia%20Ciego%20de%20C3%81vila.pdf>
- Sneyers, R. (1990). *On the Statistical Analysis of Series of Observations*. WMO. [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=1065](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=1065)
- Szymanowski, M., Kryza, M., & Spallek, W. (2013). Regression-based air temperature spatial prediction models: an example from Poland. *Meteorologische Zeitschrift*, 2(5), 577-585. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0440>
- Vannitsem, S., & Demarée, G. (1991). Détection et modélisation des sécheresses au Sahel. *Hidrologie Continentale*, 6(2), 155-171. [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/divers20-08/35789.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers20-08/35789.pdf)
- Varentsov, M., Shartova, N., Grishenko, M., & Konstantinov, P. (2020). Spatial Patterns of Human Thermal Comfort Conditions in Russia: Present Climate and Trends. *Weather, Climate and Society*, 12(3), 629-642. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-19-0138.1>
- Wang, M., He, G., Zhang, Z., Wang, G., Zhang, Z., Cao, X., Wu, Z., & Liu, X. (2017). Comparison of Spatial Interpolation and Regression Analysis Models for an Estimation of Monthly Near Surface Air Temperature in China. *Remote Sensing*, 9(12), 1278; <https://doi.org/10.3390/rs9121278>
- Wu, J., Gao, X., Giorgio, F., & Chen, D. (2017). Changes of effective temperature and cold/hot days in late decades over China based on a high resolution gridded observation dataset. *International Journal of Climatology*, 37(S1), 788-800. <https://doi.org/10.1002/joc.5038>
- Wu, F., Yang, X., & Shen, Z. (2019). Regional and seasonal variations of outdoor thermal comfort in China from 1966 to 2016. *Science of the Total Environment*, 665, 1003-1016. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.190>

Cita bibliográfica: García Bu Bucogen, G., Piccolo, M. C., & Bohn, V. Y. (2022). Implementación de datos meteorológicos modelados en el norte patagónico argentino (1982-2017). *Investigaciones Geográficas*, (78), 67-87. <https://doi.org/10.14198/INGEO.21449>

# Implementación de datos meteorológicos modelados en el norte patagónico argentino (1982-2017)

## *Implementation of modeled meteorological data in the Argentine Northern Patagonian (1982-2017)*

Grethel García Bu Bucogen<sup>1\*</sup> 

María Cintia Piccolo<sup>2</sup> 

Vanesa Yael Bohn<sup>3</sup> 

### Resumen

El objetivo del trabajo es comparar y validar bases de datos meteorológicas modeladas con datos *in situ* para caracterizar climáticamente el norte patagónico argentino. La clasificación climática fue realizada en base a las ecorregiones propuestas por Morello et al. (2012). Se analizaron estadísticamente las bases de datos *in situ* del Sistema Meteorológico Nacional (SMN) e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) para el período 1982-2017. La información modelada fue obtenida de las bases de datos POWER NASA, NCEP/NCAR y 3CN. Los datos de reanálisis fueron validados para el año 2017. La prueba de Levene (homogeneidad) evaluó la representatividad de los valores promedio. La base POWER NASA presentó la mayor correlación con los datos *in situ* y fue validada exitosamente. POWER NASA mostró buen ajuste estadístico para la temperatura del aire (Pearson ~ 0,99) en zonas continentales no montañosas. La restricción se extiende a sectores costeros para la humedad relativa. La prueba de Levene debe ser implementada al trabajar con series de precipitación. El empleo de la variable está limitado a sectores continentales no montañosos. La velocidad del viento fue el parámetro que mostró una correlación baja. No se recomienda su utilización.

**Palabras clave:** validación; datos *in situ*; POWER NASA; Levene; Patagonia norte.

### Abstract

The aim of this work is to compare and validate modeled meteorological databases with *in situ* data to characterize the Argentine northern Patagonian climate. The climatic classification has been made based on the ecoregions proposed by Morello et al. (2012). The *in situ* databases of the National Meteorological System (SMN) and the National Institute of Agricultural Technology (INTA) were statistically analyzed for the period 1982-2017. The modeled information was obtained from the POWER NASA, NCEP/NCAR and 3CN databases. The reanalysis data was validated for the year 2017. The Levene test (homogeneity) evaluated the representativeness of the statistical average values. The POWER NASA database presented the highest correlation with the *in situ* data and the meteorological repository was successfully validated. POWER NASA showed a good statistical fit for air temperature (Pearson ~ 0.99) in non-mountainous continental areas. The restriction extends to coastal sectors for relative humidity. Levene's test must be implemented in precipitation time series analysis. The use of the variable is limited to non-mountainous continental sectors. Wind speed was the parameter that showed a low correlation. Its use is not recommended.

**Keywords:** validation; *in situ* data; POWER NASA; Levene; northern Patagonia.

1 Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET-UNS), Argentina. [grethelgbb@gmail.com](mailto:grethelgbb@gmail.com). \* Autora para correspondencia  
2 Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET-UNS). Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Argentina. [mcpiccol@gmail.com](mailto:mcpiccol@gmail.com)  
3 Instituto Argentino de Oceanografía (CONICET-UNS). Departamento de Geografía y Turismo, Universidad Nacional del Sur, Argentina. [vanesa.bohn@uns.edu.ar](mailto:vanesa.bohn@uns.edu.ar)

## 1. Introducción

La limitada cantidad de estaciones meteorológicas que poseen registros continuos es un problema al realizar investigaciones climatológicas en Sudamérica (Shwerdtfeger, 1976; Garreaud et al., 2009; Bianchi, 2016). La restricción es mayor en zonas con baja densidad poblacional y escasa infraestructura. La baja resolución espacial de los datos debido a grandes distancias entre estaciones de medición dificulta la realización de estudios sobre variabilidad climática local. En la Patagonia y en el resto del territorio argentino, la escasa disponibilidad de series con datos meteorológicos continuos dificulta la realización de este tipo de trabajos (Villarba et al., 2013; Viale y Garreaud, 2015).

En el norte patagónico, las principales influencias sobre el clima son la Cordillera de Los Andes, una meseta continental y luego la costa (Frumento, 2017). Los gradientes de humedad y precipitación se desarrollan a partir de la influencia de estas tres regiones geográficas. Por lo tanto, la distribución de la temperatura, humedad y precipitación, a lo largo del territorio es heterogénea (Coronato et al., 2017). De las cuatro ecorregiones patagónicas delimitadas por Morello et al. (2012), tres poseen zonas áridas y semiáridas. El problema de la degradación de los suelos por cambios en el clima y sobreexplotación de recursos no es ajeno a estas tres zonas (Mazzoni & Vázquez, 2010).

El manejo de grandes extensiones de territorio con características áridas y semiáridas presenta grandes retos: escasez de recursos hídricos acentuada por efectos del cambio climático, la necesidad de conservar especies autóctonas, la degradación de la tierra con pérdida del potencial biológico, productivo y económico de los suelos, el crecimiento poblacional, la sobreexplotación de recursos naturales y políticas inadecuadas de desarrollo (Collado, 2012). Las actividades económicas y sociales en estas zonas requieren equilibrio y una racionalidad distinta (Sánchez-Cano, 2019). Para ello, es necesario el trazado de planes de manejo ambiental en base a las características climáticas puntuales.

Los estudios climáticos se deben basar en repositorios de datos meteorológicos de alta resolución espacial con series de tiempo mayores a 30 años (Strahler & Strahler, 1989; Ferrelli et al., 2016; Bustos et al., 2017). Ante la falta de datos meteorológicos, una alternativa ha sido la implementación de series de datos de reanálisis. Este tipo de repositorios se obtienen a partir de la combinación de datos de medición, observación, simulación y aplicación de técnicas de asimilación de datos (Meteoblue, 2022). La existencia de estos datos ha contribuido a mejorar el pronóstico meteorológico y confeccionar estudios de mayor rigor científico (Kalnay, 2001; Gavilan et al., 2019).

El repositorio de datos meteorológicos de reanálisis POWER NASA está habilitado para su uso en un entorno SIG (Sistema de Información Geográfica) con observaciones meteorológicas diarias desde 1982 hasta 2021 (Stackhouse et al., 2015; POWER NASA, 2020). Los datos de POWER NASA fueron útiles en el cálculo de la evapotranspiración en Lagunera, México (Jiménez-Jiménez et al., 2021). Rodríguez & Braga (2021) demostraron, también, que los datos de temperaturas máximas y mínimas y radiación solar de NASA POWER, poseen una alta correlación con mediciones meteorológicas *in situ* en el sur de Portugal. Los hallazgos de Al-Kilani et al. (2021) mostraron la factibilidad de empleo del repositorio para detectar condiciones meteorológicas húmedas y secas. Los autores validaron los resultados con el Índice de Precipitación Estandarizado (SPI, por sus siglas en inglés).

Sin embargo, diversas investigaciones han reportado limitaciones en cuanto a la aplicabilidad de POWER NASA como repositorio alternativo de datos. En China, Bai et al. (2010) hallaron una buena correlación entre los datos modelados y los provenientes de estaciones terrestres. Sin embargo, mostraron que los promedios mensuales de la variable temperatura fueron subestimados. White et al. (2008, 2011) detectaron limitaciones en cuanto a la fiabilidad de los datos de precipitación y temperatura de POWER NASA en sectores aledaños a sistemas montañosos.

En Argentina, la estimación de parámetros meteorológicos a partir de datos modelados ha sido exitosa en muchas regiones (Ferrelli et al., 2016; Bustos et al., 2017). La Base de Datos Climáticos de 3CN (CIMA/ CONICET-UBA) incluye datos observados y simulados con los cuales se elaboró una caracterización climática de la Patagonia y otras zonas (3CN, 2020). Esta información solo brinda datos de temperatura y precipitación para la región patagónica hasta 1990. Ferrelli et al. (2016) hallaron que, para períodos superiores a 30 años, los datos de NCEP/NCAR presentaron una alta correlación con las mediciones del Sistema Meteorológico Nacional (SMN).

Dada la importancia de establecer un antecedente sobre cuál es la base de datos más adecuada para la realización de estudios climáticos en la Patagonia norte, se realiza la comparación estadística entre las bases

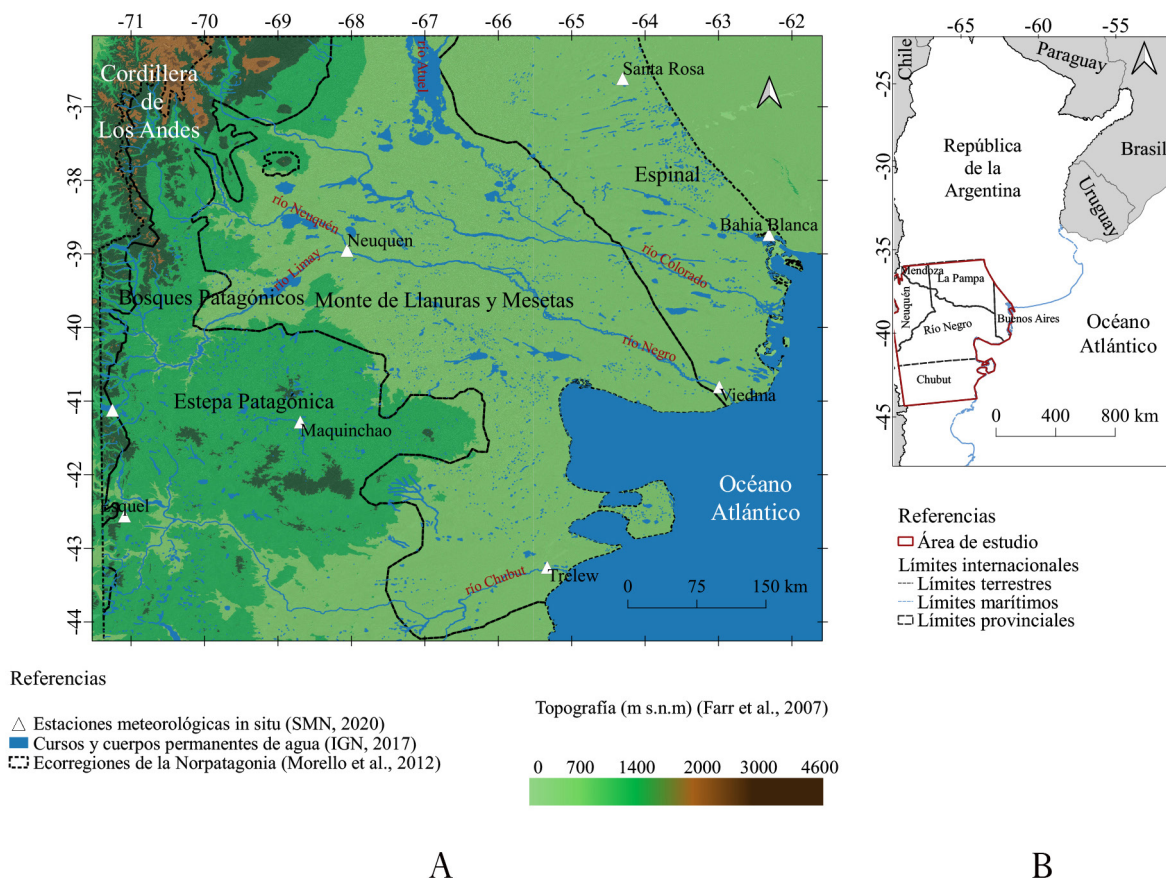
de datos *in situ* del Sistema Meteorológico Nacional (SMN, 2020) e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, 2020) y las de reanálisis NCEP-NCAR (Kalnay, 1996), 3CN (3CN, 2020) y NASA POWER (POWER NASA, 2020). El objetivo del trabajo es validar estadísticamente el repositorio que presente el mejor ajuste para su posterior utilización en el norte patagónico, con énfasis en las ecorregiones afectadas por la aridez. Los resultados esperados incluyen la obtención de datos meteorológicos con una mayor resolución espacial y temporal para que puedan ser utilizados por los tomadores de decisión o los diferentes actores sociales en sus comunidades.

## 2. Metodología

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio se localiza en el sector norte de la Patagonia argentina. Su área es ~784.412 km<sup>2</sup>. Se extiende desde el sudeste de la provincia de Mendoza, al oeste y sur de la provincia de La Pampa hasta el sur de la provincia de Buenos Aires, Argentina. Al sur limita con el paralelo 44° Lat. S y, al oeste, con la Cordillera de Los Andes (Morello et al., 2012; Mazzoni & Vázquez, 2010) (Figura 1A y B). La Patagonia argentina presenta diferentes características topográficas, hidrológicas y climáticas. Morello et al. (2012), clasifican al sector de la Patagonia en 4 ecorregiones: bosques patagónicos, llanuras y mesetas, espinal y estepa patagónica. El 81,6 % de estas tres últimas presentan características áridas y semiáridas (Morello et al., 2012).

Figura 1. Área de estudio: A. Topografía, B. Localización relativa



Elaboración propia

#### 2.1.1. Ecorregión de Monte de Llanuras y Mesetas

Es una de las regiones más áridas de Argentina. Abarca el E de la provincia de Mendoza, el O y S de La Pampa, el E y N de la provincia de Río Negro y el NE de Chubut (Figura 1B). Su relieve es llano

y de extensas mesetas escalonadas (Figura 1A). La red de drenaje es variable. En el N, los ríos San Juan, Tunuyán y Diamante, se desarrollan en dirección O-E mientras que el río Atuel fluye de NO a SE. Hacia el S, se encuentran los ríos Neuquén, Limay, Negro, Colorado y Chubut, en dirección O-E. El clima es templado-árido (Morello et al., 2012). Al N, las precipitaciones son escasas (entre 100-200 mm), aumentando hacia el S. Las temperaturas medias anuales en la zona de estudio oscilan entre 10-14 °C (Coronato et al., 2017). Las estaciones meteorológicas de Neuquén (38°57'S y 68°8'O) y Trelew (43°13'S y 65°17'O) se localizan en esta ecorregión. La estación correspondiente a Neuquén se encuentra a 271 msnm de altitud. Trelew se ubican en la zona litoral a 43 msnm (SMN, 2020).

### 2.1.2. Ecorregión Espinal

El sector estudiado de la ecorregión ocupa el extremo sur de la provincia de Buenos Aires y noreste de la provincia de Río Negro (Figura 1B). El relieve es predominante llano con ondulaciones suaves y serranías bajas (Figura 1A). El clima es templado y seco. La temperatura media anual es 15 °C. La precipitación media anual varía entre 100 y 300 mm. La temporada de lluvias se extiende de octubre a marzo (Morello et al., 2012). En la ecorregión se localizan las estaciones de medición de Santa Rosa (36°36'S y 64°17'O) y Viedma (40°52'S y 63°0'O). La primera de ellas se ubica a 191 msnm en un sector llano, mientras Viedma se encuentra a 35 km de la costa con una altitud de 7 msnm (SMN, 2020).

### 2.1.3. Ecorregión Bosques Patagónicos

Comprende una estrecha franja sobre la Cordillera de Los Andes, entre los 36° a 55° S (Figura 1B). La zona presenta un relieve escarpado con circos, artesas, agujas, altiplanicies, valles glaciales y terrazas (Figura 1A). Al Norte de los 46°50' S, la cordillera supera los 2.000 msnm. El clima es templado (Coronato et al., 2017). El régimen climático se asocia a la topografía. Las precipitaciones oscilan entre 400 y 300 mm anuales. La temperatura media anual es 8 °C. Los vientos provenientes del O se destacan por su intensidad (Morello et al., 2012). En la zona aledaña a la Cordillera de Los Andes, se encuentra la estación de medición Bariloche (41°9'S y 71°10'O) a 831 msnm de altitud (SMN, 2020).

### 2.1.4. Estepa Patagónica

Esta ecorregión se extiende entre los 68 a 70° O en la provincia de Mendoza, 70 y 71° O en Neuquén, gran parte de Río Negro y Chubut, en el área de estudio (Figura 1B). La aridez del sector es consecuencia de la presencia de la Cordillera de Los Andes. El relieve es de mesetas escalonadas hacia el Este, montañas y colinas erosionadas, dunas, acantilados costeros, playas costeras y valles de ríos (ej.: Chubut, Deseado, Chico, Santa Cruz y Coyle) (Figura 1A). En el Oeste, las mesetas superan los 1.000 msnm, descendiendo hacia el E. En las mesetas prevalecen las cuencas endorreicas o arreicas. El clima tiene características de semidesierto: frío, ventoso y seco (Coronato et al., 2017). La precipitación media anual es inferior a los 250 mm en casi toda la región, a excepción del sector andino (600 mm). Al N, las temperaturas medias anuales varían entre 8 °C-14 °C (Morello et al., 2012). Las estaciones de medición Maquinchao (41°15'S y 68°42'O) y Esquel (42°54'S y 71°9'S) se localizan en el sector. Sus altitudes son 888 y 797 msnm respectivamente (SMN, 2020). Maquinchao se sitúa en la meseta continental y Esquel aledaña a la Cordillera de Los Andes.

## 2.2. Método

Para la selección de la base de datos modelados a utilizar, se evaluaron tres: NCEP/NCAR (Kalnay et al., 1996), 3CN (3CN, 2020) y POWER NASA (POWER Project, 2020) (Tabla 1). NCEP/NCAR es una base de datos meteorológicos mensuales modelados desde 1948, con la que se han validado datos a nivel mundial (Kalnay et al., 1996; Ferrelli et al., 2016; Bustos et al., 2017). La base 3CN se usó en la 3ra. Comunicación Nacional de la República Argentina para elaborar un informe donde se realiza una caracterización climática de la Patagonia argentina. POWER NASA es un repositorio de datos con resolución espacial y temporal más alta que las bases de datos anteriormente descritas.

Las principales instituciones con redes de medición de variables climáticas en Argentina son el INTA y el Servicio Meteorológico Nacional (SMN) (Moreiras, 2018). El repositorio de SMN es utilizado en Argentina para controlar en tiempo real decenas de zonas del país y aportar información a muchos países

de América del sur (Gutiérrez, 2017). Los datos del INTA son usados en la confección del pronóstico agroclimático mensual y estacional (INTA, 2020). La calibración de las estaciones de medición se realiza acorde a las normativas de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) (OMM, 2014).

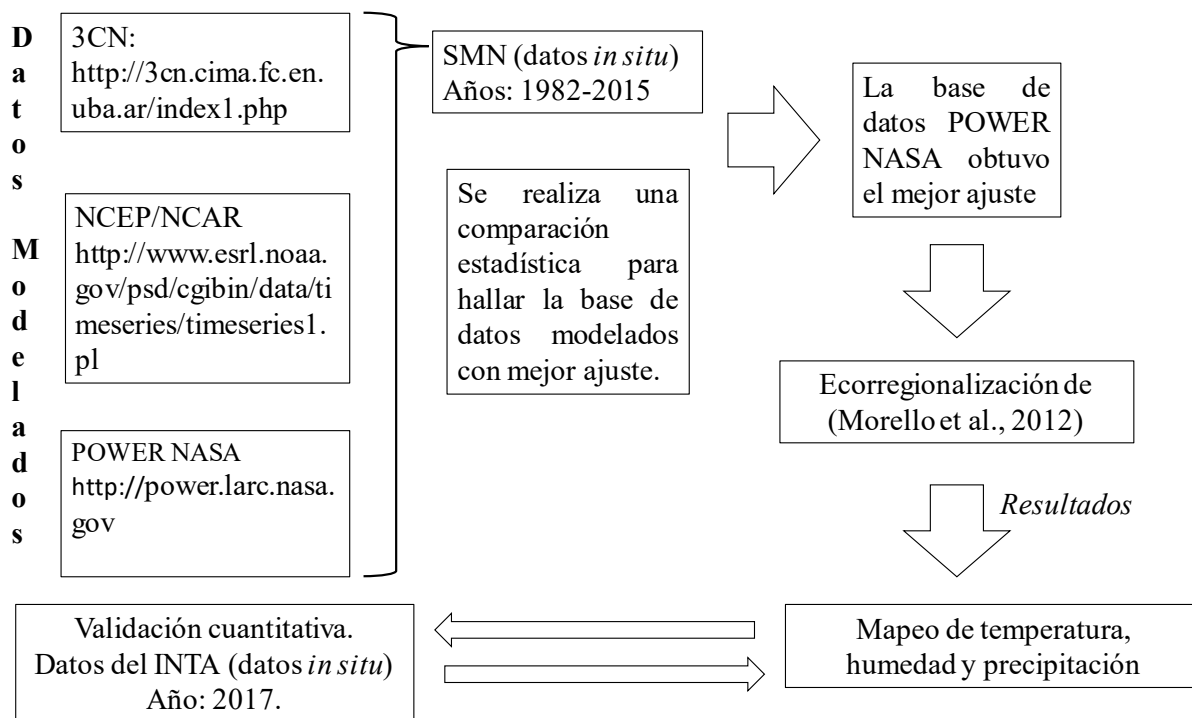
Los datos medidos (*in situ*) empleados en el presente trabajo fueron provistos por la red de observación meteorológica del SMN e INTA (SMN, 2020; INTA, 2020). Se utilizaron 7 estaciones meteorológicas, distribuidas en las 4 ecorregiones estudiadas de la Patagonia argentina (Tabla 1 y Figura 2). La selección de las estaciones respondió a la continuidad de las series de tiempo. La escala temporal de los datos analizados fue mensual.

Tabla 1. Listado y características de las bases de datos analizadas

Bases de datos analizadas	Origen de datos	VARIABLES que incluye	Resolución temporal	Resolución espacial
NCEP/NCAR	Modelados	Temperatura, humedad, velocidad del viento y precipitación	1948-2020 (6 horas, diario y mensual)	1,875° x 1,875°
3CN	Modelados	Temperatura y precipitación	1961-1990	1° x 1°
POWER NASA	Modelados	Temperatura, humedad, velocidad del viento y precipitación	1982-2018	0,5° x 0,5°
Sistema Meteorológico Nacional (SMN)	Observados	Temperatura, humedad, velocidad del viento y precipitación	1970-2015	7 estaciones de medición distribuidas en ~ 1.260.786 km <sup>2</sup>
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)	Observados	Temperatura, humedad, velocidad del viento y precipitación	2015-2018	7 estaciones de medición distribuidas en ~ 1.260.786 km <sup>2</sup>

Fuente: POWER NASA (2020); SMN (2020); INTA (2020); 3CN (2020); Kalnay et al. (1996)

Figura 2. Protocolo para el análisis y validación de los datos meteorológicos



Elaboración propia

La selección de la base de datos modelados se obtuvo mediante análisis estadístico. Se calcularon los índices de correlación de Pearson y Spearman al 95 % de confianza acorde con las siguientes escalas de interpretación propuestas por Martínez-Ortega et al. (2009) (Tabla 2). La calibración de las estaciones de medición se realiza acorde a las normativas de la OMM (2014).

Tabla 2. Escalas de interpretación de índices

Escala para coeficiente de correlación ( $R^2$ )	Rango Relación (Coeficientes de Pearson y Spearman)
1) Perfecta $R = 1,00$	1) 0,76-1,00: Entre fuerte y perfecta
2) Excelente $R = 0,9 \leq R < 1,00$	2) 0,51-0,75: Entre moderada y fuerte
3) Buena $R = 0,8 \leq R < 0,9$	3) 0,26-0,50: Débil
4) Regular $R = 0,5 \leq R < 0,8$	4) 0-0,25: Escasa o nula
5) Mala $R < 0,5$	

Fuente: Martínez Ortega et al. (2009)

Tras seleccionar la base de datos modelados con mayor ajuste, se realizó la validación cuantitativa de los datos modelados. Para ello, fueron seleccionados los datos *in situ* correspondientes al año 2017 y se compararon con los de POWER NASA estación por estación. Es necesario resaltar que el set de datos *in situ* no formó parte del análisis estadístico realizado para la selección de la base de datos modelada (Figura 2). La comparación fue realizada de forma mensual.

La prueba de Levene (supuesto de homogeneidad) fue aplicada al 95 % de confianza ( $\alpha=0,05$ ) para conocer si los valores promedios calculados son representativos de toda la serie de tiempo (Levene, 1960). El test pone a prueba la hipótesis nula de que las varianzas poblacionales son iguales. Si el F-valor resultante de la prueba de Levene es inferior al nivel de significación (0,05), la hipótesis nula de igualdad de varianzas se rechaza y se concluye que hay una diferencia entre las variaciones en la población. De lo contrario, se acepta la hipótesis nula y es posible afirmar que las varianzas de las diferentes muestras son iguales.

En el presente trabajo, las series de tiempo fueron divididas en 4 muestras: 1982-1989, 1990-1999, 2000-2009 y 2010-2015. Tras cumplirse el supuesto de homogeneidad, fue descrita la distribución espacial de los parámetros sobre la base de los datos validados. El mapeo fue realizado en el Sistema de Información Geográfica QGIS (QGIS Project, 2022), el cual es un software libre y de código abierto. La interpolación IDW fue el método empleado debido a que la calidad de los resultados es óptima producto de la equidistancia entre los puntos de medición de POWER NASA. Finalmente, los valores promedio y los acumulados de precipitación provistos por POWER NASA fueron comparados con la caracterización climática realizada por Bianchi y Cravero (2010), Morello et al. (2012) y Coronato et al. (2017) de la zona de estudio.

### 3. Resultados

#### 3.1. Análisis estadístico de datos modelados vs datos *in situ*, para el área de estudio (período enero 1982-diciembre 2015)

Los resultados de los análisis de correlación realizados entre las 3 bases de datos modeladas e *in situ* muestran que, la base de datos POWER NASA presentó las correlaciones más altas, para las 4 variables meteorológicas (Tablas 3, 4 y 5). La temperatura superficial de POWER NASA obtuvo un buen ajuste, según la clasificación de Martínez-Ortega et al. (2009) (Tabla 3), excepto en Santa Rosa (0,51). La humedad relativa obtuvo una correlación fuerte (0,89-0,92). Similar a la anterior variable, la precipitación presentó una relación entre moderada y fuerte (0,71-0,98) en todas las estaciones excepto en Santa Rosa. El análisis estadístico para el viento fue débil y moderado para todos los puntos de medición, a excepción de Neuquén (0,85).



Tabla 3. Cálculo de índices de correlación de Pearson y Spearman por variable para los datos de POWER NASA vs datos *in situ* del SMN

Ecorregión	Provincia	Puntos de medición	Temperatura		Humedad Relativa		Velocidad del viento		Precipitación	
			Pearson	Spearman	Pearson	Spearman	Pearson	Spearman	Pearson	Spearman
	La Pampa	Santa Rosa	0,83	0,83	0,51	0,51	0,39	0,41	0,28	0,35
	Buenos Aires	Bahía Blanca	1,00	0,99	0,89	0,90	0,52	0,50	0,96	0,96
Espinal	Río Negro	Viedma	0,99	0,99	0,92	0,93	0,31	0,27	0,98	0,96
Monte de llanuras y mesetas	Neuquén	Neuquén	1,00	0,99	0,92	0,92	0,86	0,85	0,89	0,95
	Chubut	Trelew	1,00	0,99	0,92	0,92	0,36	0,32	0,98	0,96
Estepa Patagónica	Río Negro	Maquinchao	0,99	0,99	0,84	0,84	0,70	0,67	0,71	0,80
	Chubut	Esquel	0,99	0,99	0,87	0,88	0,71	0,70	0,86	0,85
Bosques Patagónicos	Río Negro	Bariloche	0,99	0,99	0,90	0,91	0,70	0,68	0,98	0,98

Elaboración propia

La base de datos NCEP\NCAR mostró una buena correlación sólo para la temperatura superficial y humedad relativa (Tabla 4). No se obtuvieron buenos ajustes para el resto de las variables. Además, no fue posible realizar el análisis estadístico para las estaciones de Esquel y Bariloche debido a que la base no posee mediciones en sectores montañosos.

Tabla 4. Cálculo de índices de correlación de Pearson y Spearman por variable para los datos de NCEP\NCAR vs datos *in situ* del SMN

Ecorregión	Provincia	Puntos de medición	Temperatura		Humedad Relativa		Velocidad del viento		Precipitación	
			Pearson	Spearman	Pearson	Spearman	Pearson	Spearman	Pearson	Spearman
	La Pampa	Santa Rosa	0,99	0,99	0,71	0,71	0,27	0,27	0,62	0,69
	Buenos Aires	Bahía Blanca	0,99	0,99	0,79	0,80	0,06	0,05	0,53	0,59
Espinal	Río Negro	Viedma	0,99	0,99	0,91	0,91	-0,23	-0,23	0,54	0,53
Monte de Llanuras y Mesetas	Neuquén	Neuquén	0,95	0,94	0,68	0,69	-0,15	-0,14	-0,07	-0,06
	Chubut	Trelew	0,99	0,99	0,90	0,90	-0,16	-0,17	0,63	0,61
Estepa Patagónica	Río Negro	Maquinchao	0,98	0,98	0,86	0,87	0,52	0,50	0,66	0,64

Elaboración propia

La base de datos 3CN sólo ofrece las variables de temperatura y precipitación hasta 1990 (Tabla 1). Se obtuvo un buen ajuste para la temperatura con la base 3CN (Tabla 5). Sin embargo, las correlaciones más bajas respecto a los datos *in situ* y bases de datos de reanálisis, son relativos a ella. Por lo tanto, no se recomienda su uso.

Tabla 5. Cálculo del coeficiente de correlación de Pearson y Spearman por variable para los datos de 3CN vs datos *in situ* del SMN

Ecorregión	Provincia	Puntos de medición	Temperatura		Precipitación	
			Pearson	Spearman	Pearson	Spearman
	La Pampa	Santa Rosa	0,94	0,93	-0,36	-0,47
	Buenos Aires	Bahía Blanca	0,99	0,95	0,16	0,26
Espinal	Río Negro	Viedma	0,94	0,94	-0,04	-0,02
Monte de Llanuras y Mesetas	Neuquén	Neuquén	0,96	0,95	-0,03	0,04
	Chubut	Trelew	0,99	0,94	0,01	0,06
Estepa Patagónica	Río Negro	Maquinchao	0,94	0,94	0,04	0,08
	Chubut	Esquel	0,99	0,92	0,40	0,43
Bosque Patagónicos	Río Negro	Bariloche	0,93	0,93	0,58	0,57

Elaboración propia

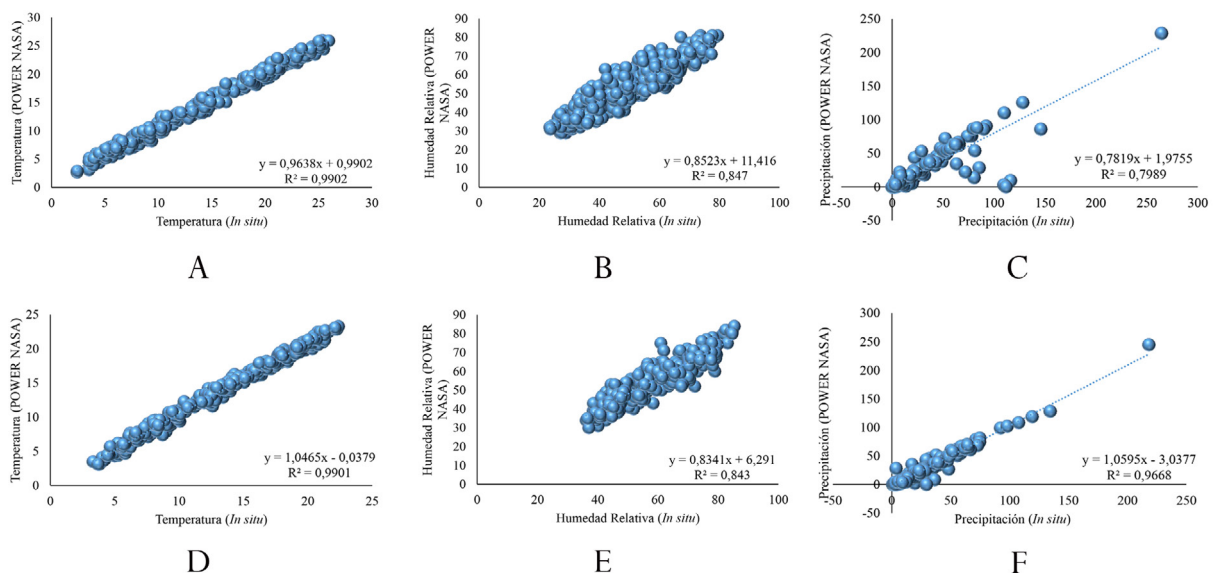
La selección de la base de datos modelados POWER NASA como repositorio alternativo de datos meteorológicos para el norte patagónico se realizó acorde a las correlaciones obtenidas. Además, se

consideraron las desventajas que presentaron las otras bases de datos analizadas. Cabe destacar que para los estudios de cambio climático se necesitan fundamentalmente los datos de temperatura y precipitación, por lo tanto, este repositorio fue el que mejor se correlacionó con la información medida en el terreno. El uso de la variable velocidad del viento de POWER NASA fue descartado debido a que la mitad de las correlaciones fueron débiles.

### 3.2. Análisis estadístico de datos correspondientes a la base de datos POWER NASA vs datos *in situ*, según ecorregión (período enero 1982-diciembre 2015)

Tras determinar que POWER NASA es el repositorio de datos más apropiado para implementar en el norte patagónico, se realizaron gráficos de dispersión y el índice de correlación ( $R^2$ ) entre los datos *in situ* y los de reanálisis, según las diferentes ecorregiones. En la ecorregión de Llanuras y Mesetas (representada por las estaciones Neuquén y Trelew) (Figura 1A) se hallaron los datos de mayor correlación para los parámetros de temperatura y humedad relativa (Figura 3). El ajuste entre los datos de temperatura, humedad y precipitación fue excelente y bueno, de acuerdo a la escala enunciada por Martínez-Ortega et al. (2009) (Tabla 2). Un caso similar fue el de ecorregión Espinal (estación Viedma) (Figura 4).

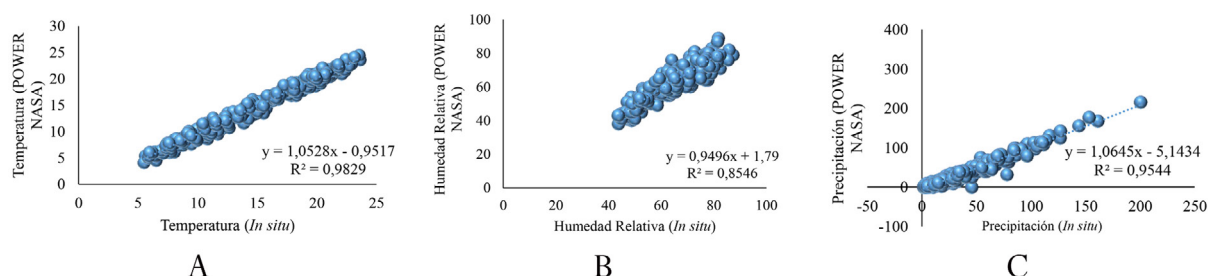
Figura 3. Gráfico de dispersión e índice de correlación ( $R^2$ ) para la ecorregión Monte de Llanuras y Mesetas



A. Temperatura de la estación Neuquén, B. Humedad Relativa de la estación Neuquén, C. Precipitación de la estación Neuquén, D. Temperatura de la estación Trelew, E. Humedad Relativa de la estación Trelew y F. Precipitación de la estación Trelew

Elaboración propia

Figura 4. Gráfico de dispersión e índice de correlación ( $R^2$ ) para la ecorregión Espinal



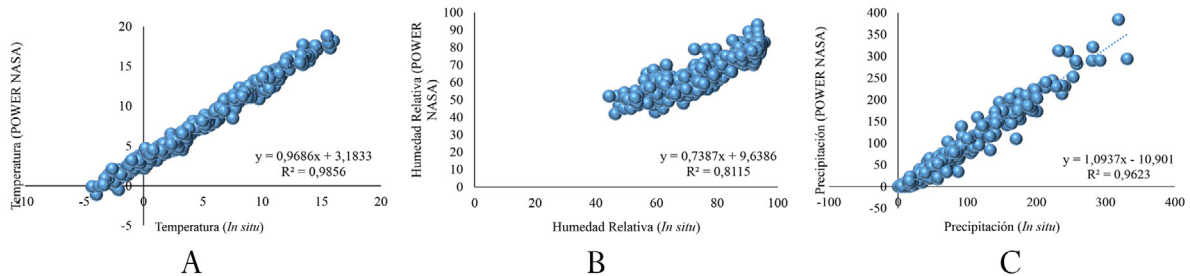
A. Temperatura de la estación Viedma, B. Humedad Relativa de la estación Viedma y C. Precipitación de la estación Viedma

Elaboración propia

En la ecorregión de Bosques Patagónicos se encuentra la estación Bariloche (Figura 1A). Se obtuvieron buenos resultados para la temperatura, humedad y precipitación (Figura 5). En la ecorregión de

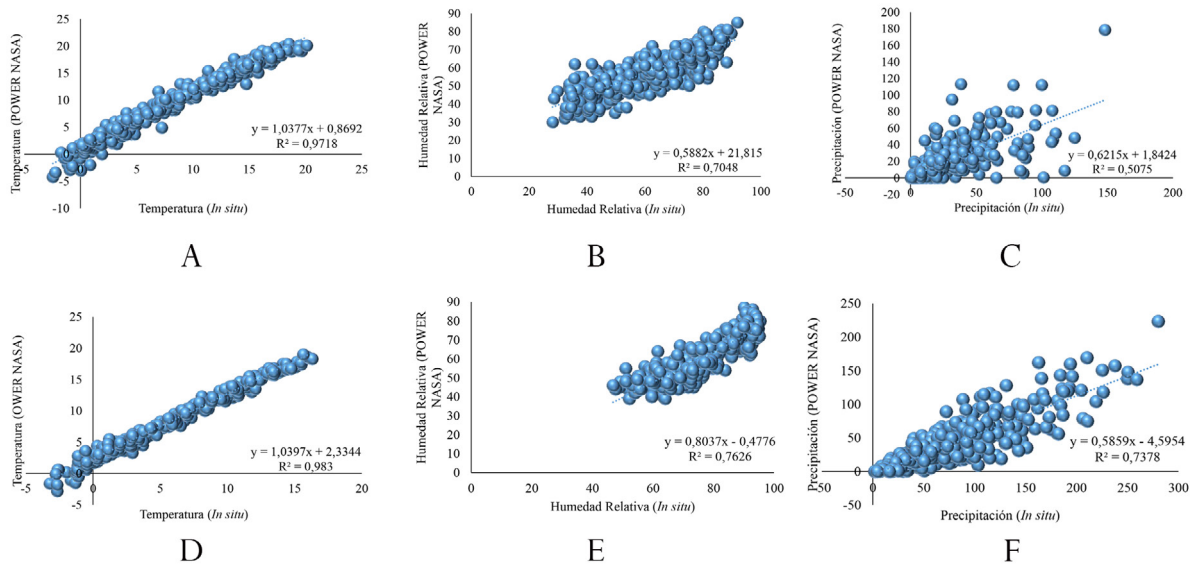
Estepa Patagónica se ubican las estaciones de Maquinchao y Esquel. La temperatura presentó una correlación excelente según la escala de Martínez-Ortega et al. (2009) (Figura 6). La humedad y precipitación obtuvieron ajustes regulares (Figura 6).

Figura 5. Gráfico de dispersión e índice de correlación ( $R^2$ ) para la ecorregión Bosques Patagónicos



A. Temperatura de la estación Bariloche, B. Humedad Relativa de la estación Bariloche y C. Precipitación de la estación Bariloche  
Elaboración propia

Figura 6. Gráfico de dispersión e índice de correlación ( $R^2$ ) para la ecorregión Estepa Patagónica



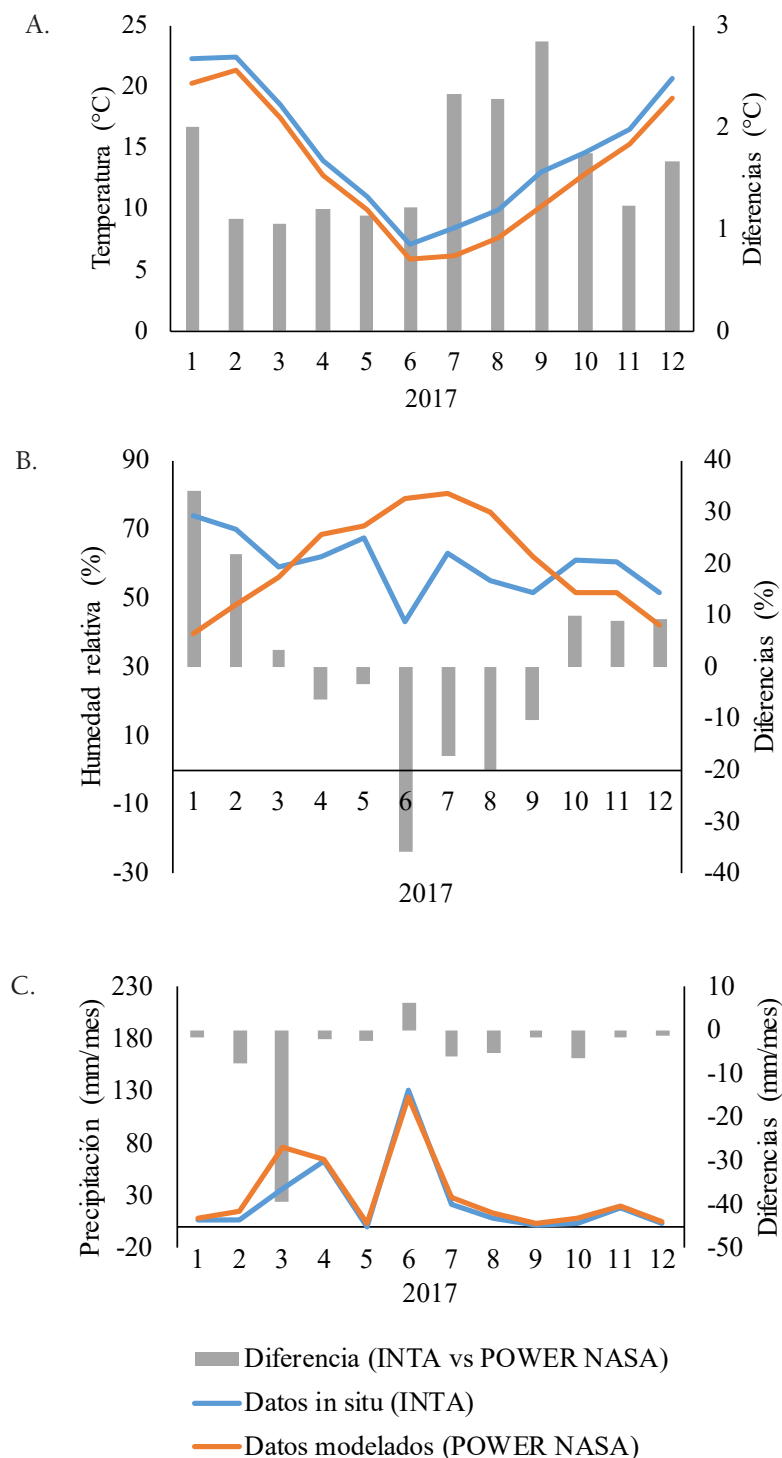
A. Temperatura de la estación Maquinchao, B. Humedad Relativa de la estación Maquinchao, C. Precipitación de la estación Maquinchao, D. Temperatura de la estación Esquel, E. Humedad Relativa de la estación Esquel y F. Precipitación de la estación Esquel.  
Elaboración propia

Sobre la base de la comparación de la base de datos modelados POWER NASA y mediciones *in situ* (SMN e INTA), se determinó que la temperatura fue la variable que presentó la correlación más alta. El ajuste de la humedad y precipitación fue bueno en la mayoría de las estaciones. Las excepciones fueron las mediciones localizadas en la Estepa patagónica donde el ajuste fue regular.

### 3.3. Validación (período enero-diciembre 2017)

La validación cuantitativa se realizó mediante la comparación de datos modelados y observados para detectar limitaciones que impidan aplicar la base de datos en la región de estudio. Se analizaron las variables de temperatura, humedad relativa y precipitación. En la estación de Trelew, localizada en la ecorregión de Monte de Llanuras y Mesetas, las diferencias mensuales de la temperatura, entre datos *in situ* y modelados, fueron menores a 2 °C para todos los meses. La mayor diferencia fue hallada en septiembre con 3 °C. Se determinó que los datos modelados subestiman la temperatura en la región (Figura 7A).

Figura 7. Validación de los datos de la estación Trelew en la ecorregión Monte de Llanuras y Mesetas

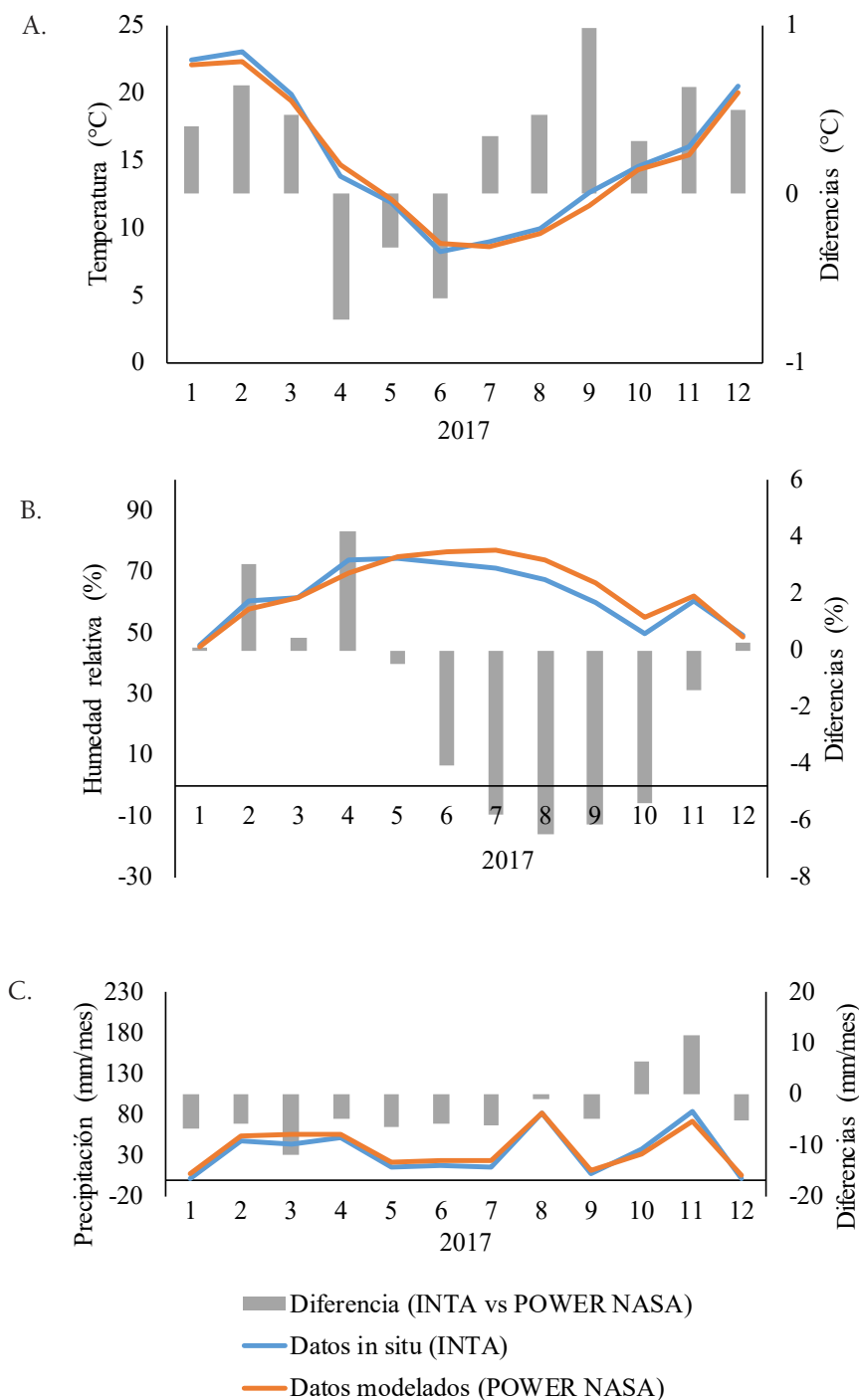


A. Temperatura, B. Humedad relativa y C. Precipitación mensual

Elaboración propia

Se obtuvieron valores de ajuste menores al 36 % de diferencia para la humedad (Figura 7B). Entre los meses de marzo y septiembre, los valores de POWER NASA fueron mayores a los medidos. El resto del año, el repositorio subestimó los valores. En el caso de la precipitación, hubo una gran tendencia a que POWER NASA sobrestime los acumulados mensuales (Figura 7C).

Figura 8. Validación de los datos de la estación Viedma en la ecorregión Espinal

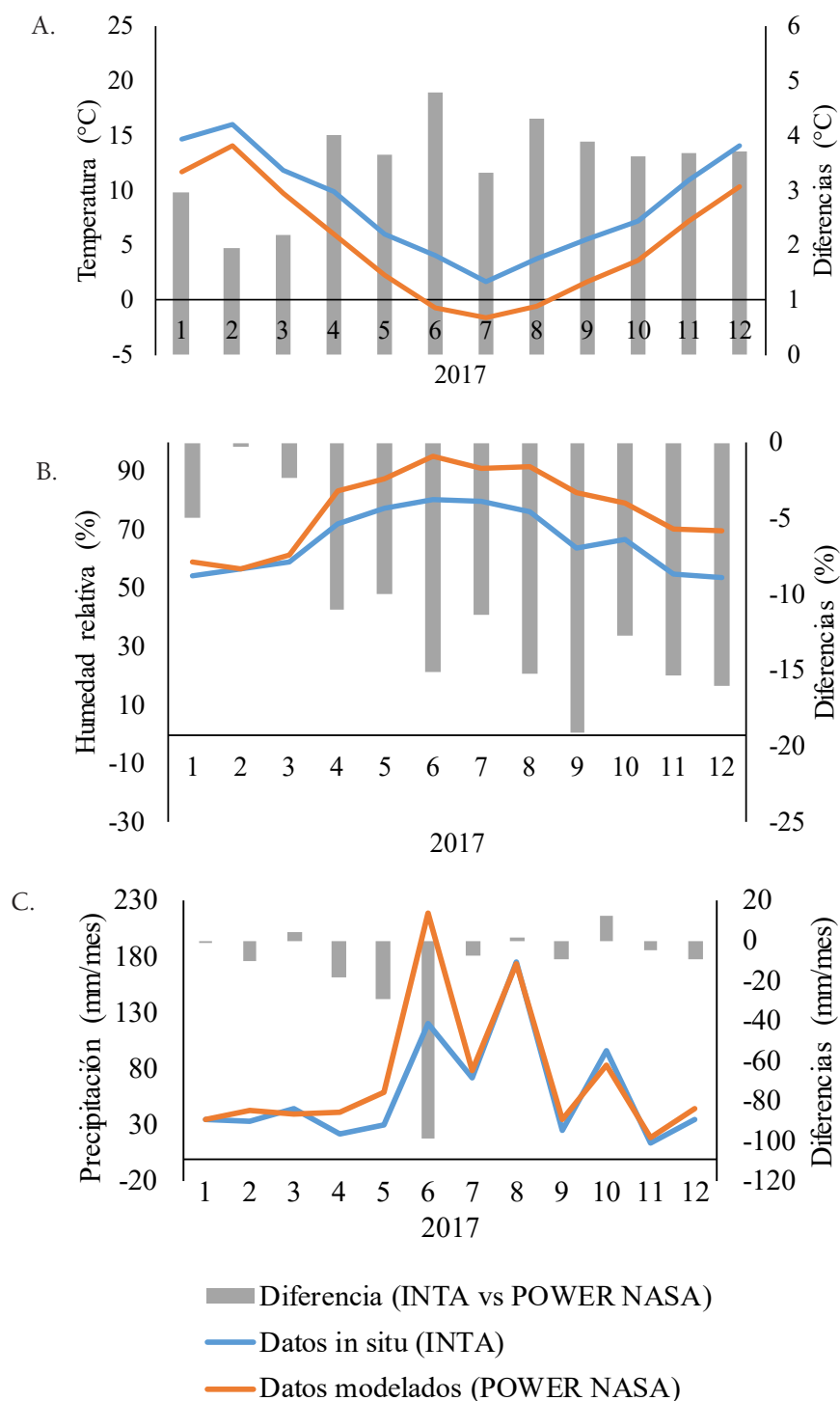


A. Temperatura, B. Humedad relativa y C. Precipitación mensual

Elaboración propia

En la estación localizada en la ecorregión Espinal (Viedma), las diferencias encontradas para la temperatura del aire fueron mínimas (Figura 8A). POWER NASA subestimó la temperatura en 1 °C. Para la humedad se obtuvieron sobrestimaciones inferiores al 7 % del valor medido (Figura 8B). Mientras, para la precipitación, solo se hallaron diferencias menores a 12 mm (Figura 8C). En el resto de los meses, las diferencias no superaron los 6 mm. POWER NASA tiene tendencia a subestimar la temperatura y sobrestimar la precipitación.

Figura 9. Validación de los datos de la estación Bariloche en la ecorregión Bosques Patagónicos

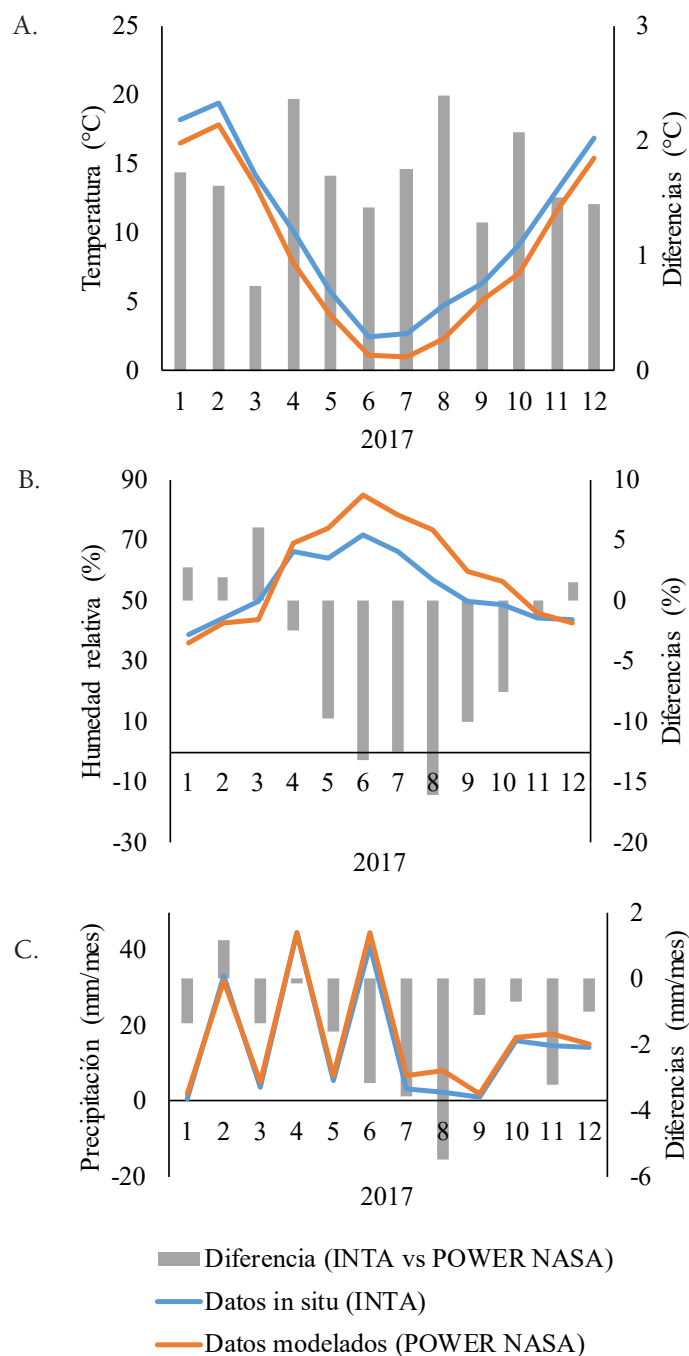


A Temperatura, B Humedad relativa y C Precipitación

Elaboración propia

Para la estación localizada en la ecorregión de Bosques Patagónicos, en relación a la temperatura, los datos fueron sobrestimados por el modelo en 1 °C (Figura 9A). Excepto durante 3 meses (enero, febrero y marzo), la humedad relativa fue sobrestimada (Figura 9B). En 8 meses del año la precipitación fue sobrestimada en más de 30 mm (Figura 9C).

Figura 10. Validación de los datos de la estación Maquinchao en la ecorregión Estepa Patagónica

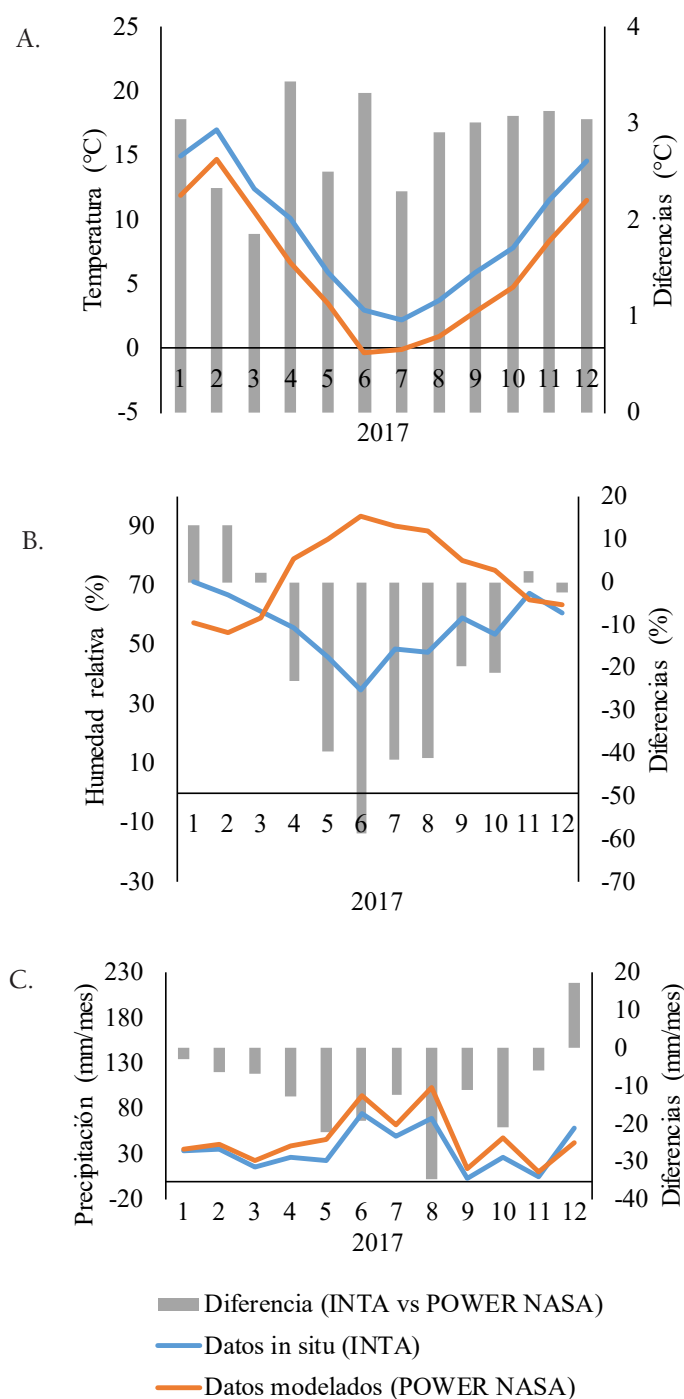


A. Temperatura, B. Humedad relativa y C. Precipitación

Elaboración propia

En relación a la ecorregión de Estepa Patagónica, estuvo representada por las estaciones meteorológicas de Maquinchao y Esquel. Las diferencias entre las variables medidas y modeladas fueron superiores en el sector cordillerano. En Maquinchao, las diferencias de temperatura fueron de 1-2 °C (Figura 10A), mientras que, en Esquel, se detectaron diferencias máximas de 3 °C durante más de la mitad del año (Figura 11A). En Maquinchao, las diferencias de humedad relativa para los datos modelados vs los medidos fueron inferiores al 13 % (Figura 10B). Mientras que, en Esquel, éstas fueron inferiores al 30 % (Figura 11B). La precipitación presentó sobrestimaciones menores a 10 mm, durante todo el año (Figuras 10C y 11C). Si bien las diferencias en Maquinchao no fueron muy altas, en Esquel sí lo fueron.

Figura 11. Validación de los datos de la estación Esquel en la ecorregión Estepa Patagónica



A Temperatura, B Humedad relativa y C Precipitación

Elaboración propia

### 3.4. Supuesto de homogeneidad de las series de tiempo. Prueba de Levene

Los resultados de la prueba de Levene (95 % de confianza) demuestran que, para las variables temperatura y humedad se acepta la hipótesis nula y es posible afirmar que las varianzas de las diferentes muestras son iguales (Tabla 6). La mayor similitud entre muestras fue para la temperatura (0,89-0,96). En cambio, la hipótesis nula se rechaza para la variable precipitación en la estación de Esquel. Por ello, se concluye que hay una diferencia entre las variaciones en la población.



Tabla 6. F-valor por estación y ecorregión

Ecorregión	Provincia	Puntos de medición	Temperatura	Humedad Relativa	Precipitación
Prueba de homocedasticidad					
Espinal	La Pampa	Santa Rosa	0,89	0,75	0,57
	Río Negro	Viedma	0,95	0,69	0,16
	Neuquén	Neuquén	0,96	0,85	0,5
Monte de Llanuras y Mesetas	Chubut	Trelew	0,93	0,77	0,25
	Río Negro	Maquinchao	0,95	0,57	0,14
Estepa Patagónica	Chubut	Esquel	0,90	0,09	0,00
Bosques Patagónicos	Río Negro	Bariloche	0,95	0,55	0,14

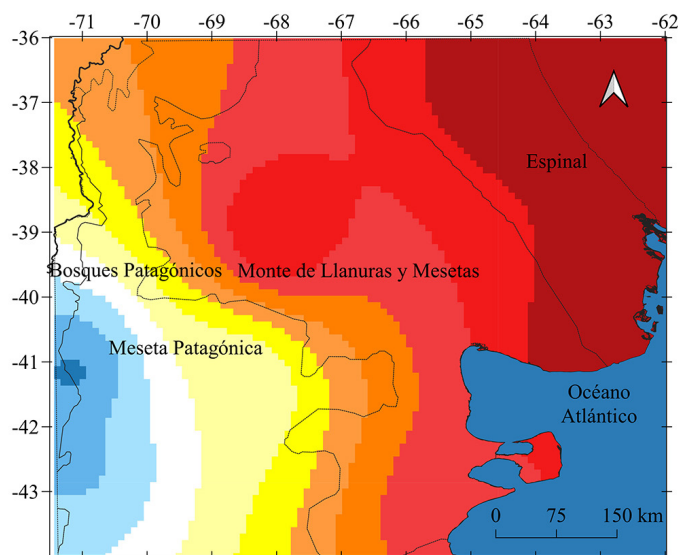
Elaboración propia

En Viedma, Maquinchao, Esquel y Bariloche, la precipitación presentó valores bajos de similitud entre las varianzas. La serie de humedad relativa en Esquel también posee un F-valor (0,09) cercano al nivel de significancia ( $\alpha=0,05$ ). Esto supone la existencia de limitaciones en cuanto a la fiabilidad del cálculo de valores promedio para toda la serie de tiempo.

### 3.5. Análisis de la distribución espacial de los parámetros meteorológicos sobre la base de datos modelados y validados para la región de estudio (año 2017)

Tras cumplirse el supuesto de homogeneidad, la distribución espacial de la temperatura, humedad relativa y precipitación se analizó mediante la interpolación de los datos correspondientes a POWER NASA. A modo de ejemplo, se analizó el mismo año de la validación (2017). Se observó un ascenso de la temperatura en dirección O-E. Los máximos valores hallados fueron 15 °C, en el sector de las ecorregiones de Espinal y NE de Monte de Llanuras y Mesetas. Las mínimas temperaturas se situaron en el sector de la ecorregión Bosques Patagónicos (sector cordillerano) y fueron de ~ 6 °C (Figura 12).

Figura 12. Distribución espacial de la temperatura sobre la base de interpolación de datos modelados y validados para la región



#### Referencias

- Límites administrativos de la República de Argentina (IGN, 2017)
- Ecorregiones de la Norpatagonia (Morello et al., 2012)

Temperatura media anual (°C)



Fuente: datos de POWER NASA (2020). Elaboración propia

En la zona de estudio la humedad relativa varió entre 50 y 80 %, mostrando un gradiente en dirección E-O. Los valores máximos de humedad (~ 80 %) se observaron en el sector cordillerano (ecorregión Bosques Patagónicos) mientras que los mínimos se situaron al NO de la ecorregión de Monte de Llanuras y Mesetas, con registros del 50 % (Figura 13).

Figura 13. Distribución espacial de humedad relativa sobre la base de interpolación de datos modelados y validados para la región

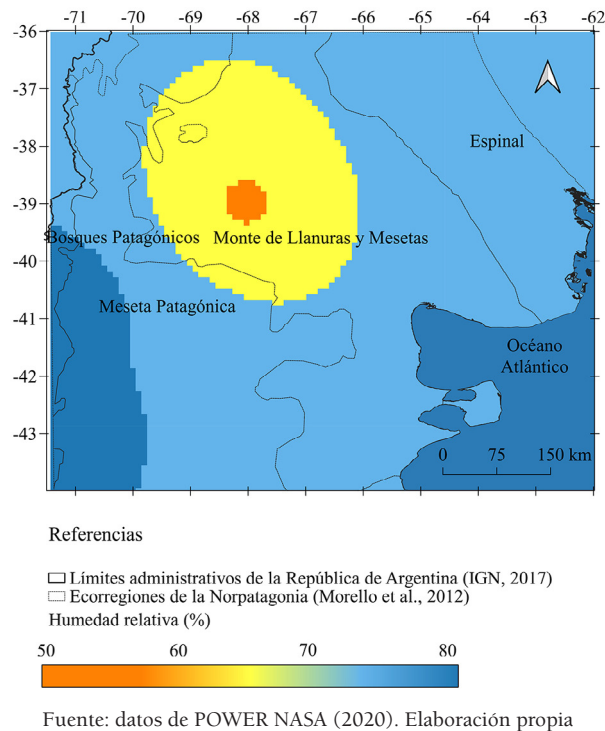
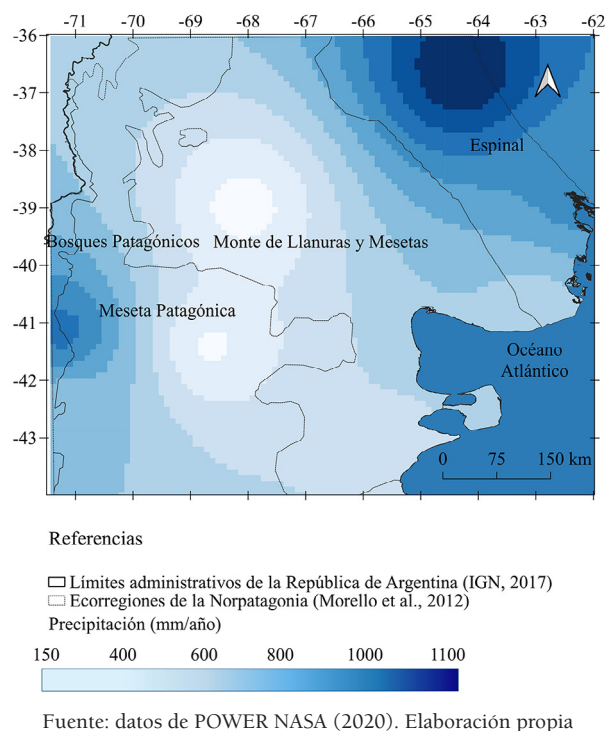


Figura 14. Distribución espacial de la precipitación acumulada sobre la base de interpolación de datos modelados y validados para la región



La precipitación (Figura 14) presentó una distribución espacial similar a la de la humedad. Existe un marcado gradiente entre la zona costera y la continental central y entre esta y la cordillera (Bosques Patagónicos). En Bosque Patagónicos las precipitaciones anuales superan los 800 mm. En el NO de la ecorregión de Montes de Llanuras y Mesetas y NE de Estepa Patagónica, se localizaron dos mínimos de 150 mm/año. Mientras, desde el SO de la ecorregión Espinal, pasando por Montes de Llanuras y Mesetas hasta el E de Meseta Patagónica, la precipitación anual no sobrepasó los 500 mm.

#### 4. Discusión de resultados

La validación de repositorios alternativos en base a datos *in situ*, ha sido de gran utilidad en zonas con baja densidad de estaciones de medición. Ferrelli et al. (2016) demostraron la factibilidad del uso de las series temporales de la variable temperatura de la base NCEP/NCAR para el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). Sin embargo, expusieron que la implementación de las variables humedad relativa y precipitación presentaba limitaciones. Gavilan et al. (2019) validó los datos de la Misión de Medición de la Lluvia Tropical (Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM)) con datos *in situ* con una metodología similar a la del presente trabajo. El autor, encontró diferencias poco significativas entre los valores *in situ* y modelados.

La Patagonia argentina es un área donde realizar estudios climáticos es un desafío (Garreaud et al., 2009; Bianchi, 2016). La baja resolución espacial de las bases de datos existentes se debe a la gran extensión del territorio argentino. Los resultados obtenidos en las pruebas estadísticas, donde se compararon las series temporales de temperatura, humedad relativa, precipitación y velocidad del viento, establecen que POWER NASA es la base de datos con mayor correlación entre mediciones *in situ* y de reanálisis. La comparación de la base de datos modelados NASA POWER con mediciones convencionales del SMN demostró que, la velocidad del viento es la variable con el ajuste más débil y no se recomienda su uso para el área de estudio. La simulación matemática de esta variable para Argentina posee grandes limitaciones. El hemisferio sur, en general, se caracteriza por presentar una gran extensión de los océanos y escasa área continental. Por lo tanto, el viento alcanza altas velocidades (Prohaska, 1976; Coronato et al., 2017). La orografía también interactúa con el viento, lo cual provoca que el vector se redireccione y, finalmente aumente su velocidad y turbulencia en zonas costeras, cuencas de ríos, valles angostos y zonas montañosas.

La comparación entre los promedios anuales suministrados por la base de datos de reanálisis POWER NASA con la caracterización climática proporcionada por Bianchi y Cravero (2010), Morello et al. (2012) y Coronato et al. (2017) fue exitosa. Los promedios climáticos de las estaciones localizadas en Monte de Llanuras y Mesetas (Neuquén y Trelew) fueron similares a los descritos por las tres investigaciones. En la ecorregión Espinal, Morello et al. (2012) establece que el promedio anual de temperatura oscila entre los 14 y 15 °C, además, la precipitación presenta un fuerte gradiente N-S con acumulados entre los 300 y 1200 mm. Estas características se muestran en las Figuras 12 y 14.

En la ecorregión de Bosque Patagónicos, los valores modelados (8 °C y 800 mm) coincidieron con los presentados por Bianchi y Cravero (2010) y Morello et al. (2012). Sin embargo, en la Estepa Patagónica, la precipitación anual fue sobrestimada por la base de datos de reanálisis POWER NASA. Coronato et al. (2017) establecen que, el valor anual del parámetro meteorológico se encuentra entre los 400 a 500 mm. POWER NASA muestra un valor superior al esperado (560 mm) producto de la sobrestimación de la variable a lo largo del año.

Sin embargo, la base de datos de reanálisis POWER NASA presentó otras limitaciones. Los estudios realizados por Bai. et al. (2010) demostraron la existencia de una buena correlación entre los datos meteorológicos del repositorio POWER NASA y medidos en estaciones terrestres. Sin embargo, los autores encontraron una subestimación en la temperatura en zonas montañosas. Este mismo problema fue detectado en el presente estudio. En Bosques Patagónicos, que se halla bajo la influencia de la Cordillera de Los Andes, las diferencias encontradas entre las series modelada y medida en torno a la temperatura fueron mayores a los 2 °C. En la Estepa Patagónica, las diferencias entre las variables medidas y modeladas se hicieron mayores cuanto más cerca de la cordillera se estaba. Los contrastes de temperatura en Maquinchao fueron de 1 y 2 °C, mientras en Esquel aumentó hasta 3 °C. Si bien en todas las estaciones es evidente la ocurrencia de una subestimación del valor del parámetro, existen altos niveles de correlación y bajas diferencias detectadas en el sector continental y litoral. En conocimiento de estas limitaciones y dado el cumplimiento del supuesto de homogeneidad, es recomendable el uso de los datos de temperatura de POWER NASA como repositorio alternativo para áreas no montañosas y considerándose una subestimación mínima de 1 °C.

En las ecorregiones Espinal, Bosques Patagónicos y Estepa Patagónica, POWER NASA sobrestimó la humedad sin rebasar el 7 %. Mientras en Montes de Llanuras y Mesetas, los valores de humedad fueron subestimados y sobrestimados a lo largo del año. No se obtuvieron buenos resultados para la prueba de Levene en Esquel. En este caso, la implementación de los datos de esta variable meteorológica queda limitada a sectores continentales no montañosos.

Los acumulados de precipitación fueron sobrestimados en todas las ecorregiones, excepto en la estación de Maquinchao. Las máximas diferencias fueron halladas en sectores costeros y montañosos. La hipótesis nula de la prueba de Levene no fue aprobada en Esquel. Además, los valores de similitud entre varianzas en Viedma, Maquinchao y Bariloche, fueron bajos. Por ello, el uso de la variable queda limitado a periodos donde se cumpla el supuesto de homogeneidad para sectores continentales no montañosos.

Investigaciones previas (White et al., 2008, 2011) explican por qué existen estos contrastes entre los datos de POWER NASA y las mediciones *in situ*. Los autores revelan que estas incompatibilidades se asocian a diferencias en la elevación de medición. POWER NASA se basa en elevaciones medias para cuadrículas de 1°. Mientras las estaciones *in situ* tienen una elevación específica. Los resultados de estas investigaciones demostraron que el uso del repositorio POWER NASA no es recomendable como base de datos alternativa en zonas montañosas y aledañas a la costa. Aunque, si es factible su uso para rellenar series de datos meteorológicos. El desarrollo de trabajos de investigación climatológica con el repositorio POWER NASA en los sectores áridos y semiáridos del norte patagónico deben tener en consideración las limitaciones anteriormente planteadas.

## 5. Conclusiones

En regiones vulnerables al cambio climático, como son las zonas áridas y semiáridas pertenecientes al norte patagónico argentino, la escasez de datos meteorológicos impide a los actores sociales y tomadores de decisiones realizar planes actualizados y eficientes de manejo ambiental. Frente a esta problemática hallar una base de datos que genere el menor error en las estimaciones de los datos meteorológicos es de vital importancia, no solo para el área de estudio; sino para cualquier otro sitio del mundo.

De la comparación de tres bases de datos, NCEP/NCAR, 3CN y POWER NASA, en el norte de la Patagonia argentina, se obtuvo que esta última brinda la mejor correlación en cuanto a los índices de Pearson y Spearman. El ajuste fue mejor para la temperatura, luego para la humedad relativa y la precipitación. Los valores de relación fueron moderados para la velocidad del viento indicando que los modelos no explican totalmente la fluctuación de esta variable.

La base de datos 3CN sólo ofrece información de temperatura y precipitación hasta 1990. Además, utilizando esta base se obtuvieron las correlaciones entre dato modelado e *in situ* más bajas, por lo tanto, no es recomendable su uso. NCEP\NCAR mostró una buena correlación para los valores de temperatura superficial. Sin embargo, no se obtuvieron buenos ajustes para el resto de las variables.

Si bien se concluye que la base de datos POWER NASA fue la que mejor ajuste obtuvo con los datos *in situ* (SMN) en la zona de estudio, el repositorio presenta limitaciones. POWER NASA se puede utilizar para las variables escalares, pero no se la recomienda para el vector viento. En el caso de la variable temperatura es factible implementar sus datos en sectores alejados de áreas montañosas. Esta restricción se extiende, además, a zonas aledañas a la costa para la humedad relativa. El análisis de la precipitación queda limitado en áreas litorales y montañosas. Además, debe revisarse el cumplimiento del supuesto de homogeneidad. En consideración a las anteriores limitaciones, los datos del repositorio POWER NASA se pueden utilizar para rellenar series de tiempo incompletas, así como su implementación queda avalada para lugares donde no se hallan estaciones meteorológicas de medición. Dada la simpleza del método de trabajo aquí presentado, el mismo puede ser empleado en otras regiones.

## Financiación

El presente trabajo fue realizado con la financiación del proyecto: Evaluación del riesgo ambiental y vulnerabilidad de la cuenca inferior del río Negro (PICT 2016-1334), financiado por la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica (ANPCyT), convocatoria 2016.

## Agradecimientos

La autoría agradece a la Universidad Nacional del Sur (UNS) y al Consejo Nacional de Investigaciones Científico y Técnicas (CONICET) por el apoyo logístico del presente trabajo.

## Referencias

- Al-Kilani, M. R., Rahbeh, M., Al-Bakri, J., Tadesse, T., & Knutson, C. (2021). Evaluation of Remotely Sensed Precipitation Estimates from the NASA POWER Project for Drought Detection Over Jordan. *Earth Systems and Environment*, 5. <https://doi.org/10.1007/s41748-021-00245-2>
- Bai, J., Chen, X., Dobermann, A., Yang, H., Cassman, K. G., & Zhang, F. (2010). Evaluation of NASA Satellite- and Model-Derived Weather Data for Simulation of Maize Yield Potential in China. *Agronomy Journal*, 1(2), 9–16. <https://doi.org/10.2134/agronj2009.0085>
- Bianchi, E. (2016). Dinámica espacio-temporal de la relación entre el clima y el funcionamiento de los ecosistemas de Patagonia Norte [Doctoral thesis, Universidad Nacional de COMAHUE]. Repositorio del CONICET. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/79967>
- Bianchi, A. R., & Cravero, S. A. C. (2010). *Atlas Climático Digital de la República Argentina*. Ediciones Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. <http://geoportal.idesa.gov.ar/documents/427>
- Bustos, M. L., Ferrelli, F., & Piccolo, M. C. (2017). Estudio comparativo de tres modelos climáticos en Argentina. *Anuario do Instituto de Geociências*, 40(1), 34-43. [https://doi.org/10.11137/2017\\_1\\_34\\_43](https://doi.org/10.11137/2017_1_34_43)
- Collado, A. (2012, July 20). *Desertificación en Argentina: el problema de los 60 millones de hectáreas*. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). <https://inta.gob.ar/noticias/desertificacion-en-argentina-el-problema-de-las-60-millones-de-hectareas>
- Coronato, A., Mazzoni, E., Vazquez, M., & Coronato, F. (2017). *Patagonia. Una síntesis de su Geografía Física* (1ª edición digital). Ediciones Universidad Nacional de la Patagonia Austral. <https://www.unpa.edu.ar/publicacion/version-digital-patagonia>
- Ferrelli, F., Bustos, M. L., Piccolo, M. C., Huamantínco Cisneros, M. A., & Perillo, G. M. E. (2016). Downscaling de variables climáticas a partir del reanálisis NCEP/NCAR en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires (Argentina). *Papeles de Geografía*, 62, 21-33. <https://doi.org/10.6018/geografia/2016/239051>
- Frumonto, O. A. (2017). Aspectos del clima. In D. E. Udrizar-Sauthier, G. E. Pazos, A. M. Arias, & H. H. Podestá (Eds.), *Reserva de Vida Silvestre San Pablo de Valdés: 10 años conservando el patrimonio natural y cultural de Península Valdés, Patagonia Argentina* (pp. 44-55). Fundación Vida Silvestre. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/105312>
- Garreaud, R.D., Vuille, M., Compagnucci, R.H., & Marengo, J. (2009). Present-day South American climate. *Paleogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology*, 281(3-4), 180-195. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2007.10.032>
- Gavilan, S., Pastore, J. I., Uranga, J., Ferral, A., Lighezzolo, A., & Aceñolaza, P. (2019). Metodología operativa para la obtención de datos históricos de precipitación a partir de la misión satelital Tropical Rainfall Measuring Mission. Validación de resultados con datos de pluviómetros. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 118(1), 111-121. <https://doi.org/10.24215/16699513e011>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2020). *Sistema de Información y Gestión Agrometeorológica* [Conjunto de datos]. <http://siga2.inta.gov.ar/#/data>
- Jiménez-Jiménez, S. I., Ojeda-Bustamante, W., Inzunza-Barra, M. A., & Marcial-Pablo, M. J. (2021). Analysis of the NASA-POWER system for estimating reference evapotranspiration in the Comarca Lagunera, Mexico. *Ingeniería Agrícola y Biosistemas*, 13(2), 201-226. <http://dx.doi.org/10.5154/r.inagbi.2021.03.050>
- Kalnay, E. (2001). Calentamiento Global y Fenómenos Climáticos Extremos. [Conference presentation]. 2do curso de verano, Viejo San Juan, Puerto Rico. <https://www2.atmos.umd.edu/~ekalnay/pubs/PuertoRicoReanalysisKalnay.ppt.pdf>
- Kalnay, E., Kanamitsur, M., & Kistler, R. (1996). The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. American Meteorological Society*, 77, 437-470. [https://doi.org/10.1175/1520-0477\(1996\)077<0437:TN YRP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0477(1996)077<0437:TN YRP>2.0.CO;2)
- Gutiérrez, P. (2017, March 31). El SMN está creando estaciones meteorológicas con diseño propio. La Nación. <https://www.lanacion.com.ar/tecnologia/el-smn-crea-estaciones-meteorologicas-propias-con-impresoras-3d-nid2001039/#:~:text=El%20SMN%20est%C3%A1%20creando%20estaciones%20>

[meteorol%C3%B3gicas%20con%20dise%C3%B1o,mediciones%20y%20predicciones%2031%20de%20marzo%20de%20201700%3A21](#)

- Levene, H. (1960). Robust tests for equality of variances. *Contributions to probability and statistics. Essays in honor of Harold Hotelling*, 279-292.
- Martínez-Ortega, R. M., Tuya-Pendás, L. C., Martínez-Ortega, M., Pérez-Abreu, A., & Cánovas, A. M. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman. Caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2). <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/1531/1326>
- Mazzoni, E., & Vázquez, M. (2010). Desertificación en la Patagonia. *Developments in Earth Surface Processes*, 13, 1-24. [https://doi.org/10.1016/S0928-2025\(08\)10017-7](https://doi.org/10.1016/S0928-2025(08)10017-7)
- Meteoblue. (2022, March 28). *Conjunto de Datos de Reanálisis*. Meteoblue. <https://content.meteoblue.com/es/especificaciones/origen-de-los-datos/datos-de-simulacion-meteorologica/conjunto-de-datos-de-re analisis>
- Moreiras, M. S. (2018). *Fortalecimiento de los sistemas de información, monitoreo y gestión de la información climática*. Ministerio de Producción y Trabajo. [https://www.argentina.gov.ar/sites/default/files/publicacion\\_fondo\\_de\\_adaptacion\\_-\\_modelo\\_final\\_14-5.pdf](https://www.argentina.gov.ar/sites/default/files/publicacion_fondo_de_adaptacion_-_modelo_final_14-5.pdf)
- Morello, J., Matteucci, S. D., Rodriguez, A. F., & Mariana, S. (2012). *Ecorregiones y complejos ecosistémicos argentinos*. Orientación Gráfica Editora. [https://www.researchgate.net/publication/268447092\\_Ecorregiones\\_y\\_complejos\\_ecosistemicos\\_Argentinos](https://www.researchgate.net/publication/268447092_Ecorregiones_y_complejos_ecosistemicos_Argentinos)
- Organización Meteorológica Mundial. (2014). Guía de Instrumentos Meteorológicos y Métodos de Observación. *Organización Meteorológica Mundial*, 8, 1128. [http://web.directemar.cl/met/jturno/documentos/wmo\\_8-2014\\_es.pdf](http://web.directemar.cl/met/jturno/documentos/wmo_8-2014_es.pdf)
- POWER NASA Project. (2020). *The Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)* [Conjunto de datos]. NASA Applied Sciences Program within the Earth Science Division of the Science Mission Directorate. <https://power.larc.nasa.gov7>
- QGIS Project. (2022). *QGIS Training Manual*. <https://docs.qgis.org/3.16/pdf/es/QGIS-3.16-TrainingManual-es.pdf>
- Rodríguez, G. C., & Braga, R. P. (2021). Evaluation of NASA POWER Reanalysis Products to Estimate Daily Weather Variables in a Hot Summer Mediterranean Climate. *Agronomy*, 11, 1207. <https://doi.org/10.3390/agronomy11061207>
- Sánchez-Cano, J. E. (2019). *Desarrollo sostenible de zonas áridas y semiáridas frente al cambio climático*. Editoriales El Colegio de la Frontera Norte y Universidad Juárez del Estado de Durango. <https://libreria.colef.mx/detalle.aspx?id=7711&AspxAutoDetectCookieSupport=1>
- Shwerdtfeger, W. (1976). The atmospheric circulation over Central and South America. *Climates of Central and South America. World Survey of Climatology Series*, 12, 2–12.
- Sistema Meteorológico Nacional. (2020). *Listado de Estaciones Meteorológicas del SMN* [Conjunto de datos]. Servicio Meteorológico Nacional. <https://datos.gob.ar/dataset/smn-listado-estaciones-meteorologicas-smn>
- Stackhouse, P. W., Barnett, A. J., Tisdale, M., Tisdale, B., Chandler, W., Hoell, J. M., Jr., Westberg, D. J., & Quam, B. (2015). *A Beta Version of the GIS-Enabled NASA Surface meteorology and Solar Energy (SSE) Web Site With Expanded Data Accessibility and Analysis Functionality for Renewable Energy and Other Applications*. American Geophysical Union. <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2015AGUFMIN42A..08S/abstract>
- Strahler, A. N. & Strahler, A. H. (1989). *Geografía Física*. Ediciones OMEGA SA. [https://www.academia.edu/9553071/Geografía\\_Física\\_1989\\_Arthur\\_Newell\\_Strahler](https://www.academia.edu/9553071/Geografía_Física_1989_Arthur_Newell_Strahler)
- Viale, M. & Garreaud, R. (2015). Orographic effects of the subtropical and extratropical Andes on upwind precipitating clouds: effects of the Andes on precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 120(10), 4962-4974. <https://doi.org/10.1002/2014JD023014>
- Villalba, R., Lara, A., Masiokas, M., Delgado, S., Aravena, J. C., Roig, F. A., & Ripalta, A. (2003). Large-scale temperature changes across the southern Andes: 20th-century variations in the context of the past 400 years. *Climatic Change*, 59, 177-232. doi: 10.1023/A:1024452701153.

- White, J. W., Hoogenboom, G., Stackhouse, P. W. & Hoell, J. M. (2008). Evaluation of NASA satellite- and assimilation model-derived long-term daily temperature data over the continental US. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148(10), 1574–1584. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2008.05.017>
- White, J. W., Hoogenboom, G., Wilkens, P.W. Stackhouse, P.W. & Hoell, J.M. (2011). Evaluation of Satellite-Based, Modeled-Derived Daily Solar Radiation Data for the Continental United States. *Agronomy Journal*, 103(4), 1242-1251. <https://doi.org/10.2134/agronj2011.0038>
- 3CN. (2020). *Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación, 2014. Tercera Comunicación Nacional sobre Cambio Climático [Conjunto de datos]. “Cambio Climático en Argentina; Tendencias y Proyecciones”* (Centro de Investigaciones del Mar y la Atmósfera). <http://3cn.cima.fcen.uba.ar>








**Cita bibliográfica:** Hurtado-Torres, M. C., Montañez-Escalante, P. I., & Jiménez-Osornio, J. J. (2022). La selva tropical y los servicios ecosistémicos que brinda. Percepciones de una comunidad maya del sur de Yucatán, México. *Investigaciones Geográficas*, (78), 89-106. <https://doi.org/10.14198/INGEO.21124>

# La selva tropical y los servicios ecosistémicos que brinda. Percepciones de una comunidad maya del sur de Yucatán, México

*The tropical forest and the ecosystem services it provides.  
Perceptions of a Mayan community in southern Yucatan, Mexico*

María Camila Hurtado-Torres<sup>1</sup>   
Patricia Montañez-Escalante<sup>2\*</sup>   
Juan Jiménez-Osornio<sup>3</sup> 

## Resumen

Las comunidades humanas tienen una estrecha relación con los ecosistemas que las rodean, de ellos obtienen beneficios tangibles como insumos y alimentos, e intangibles como la tranquilidad y seguridad de sentirse protegidos. Conocer y registrar historias, entornos y percepciones de quienes manejan los recursos, favorece la elaboración de planes de gestión que satisfagan las necesidades comunitarias y conserven los ecosistemas. Este trabajo analiza las percepciones de los habitantes de una comunidad maya en relación con los servicios ecosistémicos que la selva circundante les brinda. Se aplicaron entrevistas semiestructuradas en 41 hogares y se realizaron talleres participativos con ocho informantes clave. Se elaboró una línea de tiempo, mapas de recursos presentes y futuros, y se registró la percepción de los servicios ecosistémicos. Eventos como la conformación de grupos de trabajo y participación en convocatorias gubernamentales han marcado positivamente la vida de los pobladores. Los servicios materiales obtuvieron la mayor valoración. También fueron relevantes los servicios no materiales como el paisaje y la estética. Reconocen que la selva es un espacio que les brinda refugio, paz, tranquilidad y recursos para su subsistencia, por ello la conservación de sus elementos es eje fundamental en cualquier estrategia de manejo que propongan.

**Palabras clave:** Conocimiento local; manejo de recursos; memoria histórica; servicios ambientales, ejido San Agustín; transdisciplina.

## Abstract

Human communities have a close relationship with the ecosystems that surround them, as they provide them with benefits ranging from inputs and food to the peace of mind and security of feeling protected. It is important to know and record the stories, environments, and perceptions of those who manage the resources, as this will make it possible to develop management plans that satisfy community needs and at the same time conserve the ecosystems. This study analyzes the perceptions of a Maya community in relation to the ecosystem services that the tropical forest provides them. Semi-structured

1 Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Universidad Autónoma de Yucatán, México. [hurtadotorres.mc@gmail.com](mailto:hurtadotorres.mc@gmail.com)

2 Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Universidad Autónoma de Yucatán, México. [montanez@correo.uady.mx](mailto:montanez@correo.uady.mx). \* Autora para correspondencia

3 Departamento de Manejo y Conservación de Recursos Naturales Tropicales, Universidad Autónoma de Yucatán, México. [josornio@correo.uady.mx](mailto:josornio@correo.uady.mx)

interviews were conducted with representatives of 41 households, followed by participatory workshops with eight key informants. A timeline and maps of present and future resources were created, and the perception of ecosystem services was recorded. Actions such as the formation of working groups and participation in governmental calls for proposals have had a positive impact on the lives of the villagers. Material services were the most highly valued; however, non-material services such as the landscape and the aesthetics of their environment were also relevant. Dialogue with the communities is a fundamental part of the planning and implementation of strategies linked to the context of each environment, which should be aimed at solving local problems.

**Keywords:** Local knowledge; resource management; historical memory; environmental services, ejido San Agustín; transdiscipline.

## 1. Introducción

Los servicios ecosistémicos (Balvanera, 2012) son los componentes de los ecosistemas que se consumen de forma directa, se disfrutan o contribuyen a generar condiciones adecuadas para el bienestar humano (Quijas et al., 2010). Son producto de las interacciones que se generan entre los componentes bióticos y abióticos de los ecosistemas, los cuales varían según los recursos presentes y la zona geográfica (Constanza et al., 1997; Monárrez-González et al., 2018). La plataforma intergubernamental para la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (IPBES, por sus siglas en inglés) los agrupa en tres categorías: (i) materiales (relacionados con las sustancias u objetos que permiten la subsistencia humana y la construcción de infraestructura), (ii) de regulación (procesos funcionales y estructurales que son el soporte de los ecosistemas) y (iii) no materiales (aspectos subjetivos, emocionales e intangibles como rituales culturales, recreación, concepción del ambiente) (Díaz et al., 2015).

Las comunidades humanas ejercen una influencia importante en el ambiente donde se desarrollan, ya que su intervención puede repercutir de forma positiva o negativa sobre la prestación de un servicio ecosistémico. Cuando se realiza la gestión de los recursos en forma planificada y se ejecuta tomando como eje la estabilidad del ecosistema se puede tener un impacto positivo sobre sus procesos y componentes (Monárrez-González et al., 2018). Por ello, el diseño de proyectos de gestión debe realizarse en forma transdisciplinaria y considerando el conocimiento que los habitantes tienen de su entorno. Ésta es una de las recomendaciones de la Organización Mundial de Naciones Unidas para el cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 2018).

En México, diferentes pueblos originarios han ejecutado sus propios planes de manejo y gestión, gracias a un modelo de propiedad de tierras denominado *ejido* donde la tierra es de uso común y esto les permite tener autonomía en la toma de decisiones (Barrera et al., 1977; Gómez-Pompa, 1987; Morret-Sánchez & Cosío-Ruiz, 2017). Lo anterior favoreció, durante la década de los ochenta, la creación de procesos de apropiación de los territorios comunales (Montoya et al., 2011), donde se aplicaron técnicas de uso de recursos que procuraban la protección y conservación de los ecosistemas y de los saberes tradicionales (Monárrez-González et al., 2018). Existen varios ejemplos de comunidades y ejidos que practican este tipo de aprovechamiento de recursos, sobresaliendo experiencias en estados como Michoacán, Oaxaca, Quintana Roo y Yucatán (Anta & Carabias, 2008; Cepeda & Amoroso, 2016).

En el estado de Yucatán habitan comunidades indígenas mayas organizadas en ejidos, las cuales realizan diversas actividades de manejo que favorecen la creación de mosaicos de vegetación y de hábitats para una gran cantidad de especies (Aryal et al., 2014; López-Jiménez et al., 2019), así los pobladores pueden aprovechar una gran gama de servicios derivados de las selvas que permiten su subsistencia. En el ejido San Agustín, una pequeña comunidad con 140 habitantes, cuya superficie lo coloca como uno de los ejidos más grandes del estado, se realiza el uso de los recursos basado en el conocimiento tradicional del medio. Realizan diversas actividades productivas dependientes de la selva como apicultura, artesanías, ecoturismo, producción de carbón vegetal y aprovechamiento forestal (Rosales et al., 2013). Estos sistemas les han permitido establecer y mantener una economía basada en la venta de bienes como la miel de abeja (*Apis mellifera* L.), carbón vegetal o artesanías fabricadas con maderas de cedro (*Cedrela odorata* L.) o pich (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.) (Infante-Ramírez & Arce-Ibarra, 2015; Infante-Ramírez et al., 2014).

El objetivo de este trabajo fue identificar de forma transdisciplinaria y participativa, los servicios ecosistémicos que los habitantes del ejido San Agustín reciben de la selva que los rodea, a partir del

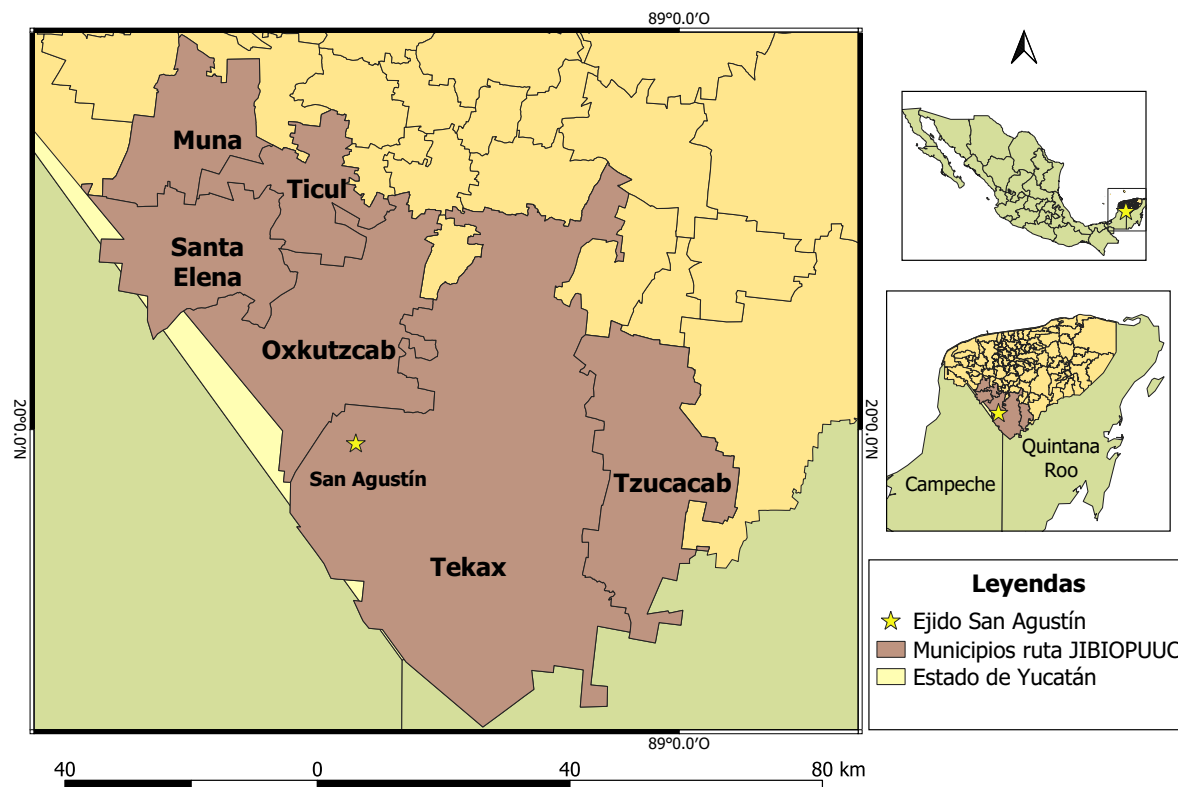
conocimiento de aspectos como la historia de vida y percepción. Los resultados aportan información básica para la implementación de planes de gestión forestal considerando la dinámica y compleja relación de las comunidades humanas con su entorno.

## 2. Metodología

### 2.1. Área de estudio

El ejido San Agustín, pertenece a la comunidad de Salvador Alvarado y se ubica en las coordenadas 23°92'27" longitud oeste y 22°15'71" latitud norte, pertenece al municipio de Tekax, al sur del estado de Yucatán, México (Figura 1). Cuenta con 35.000 hectáreas de superficie. Es parte de la Reserva Biocultural Estatal del Puuc (JIBIOPUUC), la cual comprende los municipios de Muna, Ticul, Santa Elena, Oxkutzcab, Tzucacab y Tekax. El objetivo de la reserva es la conservación de recursos biológicos, de servicios ecosistémicos y del conocimiento ancestral maya. Esta zona es de vital importancia, ya que presenta una reserva de selva y es considerada por la alianza México-REDD+ como un área prioritaria para la conservación.

Figura 1. Ubicación geográfica del ejido San Agustín, Tekax, Yucatán, México. Se señalan los municipios que integran a la Reserva Biocultural Estatal del Puuc (JIBIOPUUC)



Elaboración propia, 2020

La vegetación es selva mediana subcaducifolia, en la cual predominan especies como *Bursera simaruba* (L.) Sarg., *Piscidia piscipula* (L.) Sarg., *Lysiloma latisiliquum subsp. latisiliquum* (L.) Benth., *Gynopodium floribundum* Rolfe., *Lonchocarpus xuul* Lundell., *Vitex gaumeri* Greenm. (Bioasesores, 2011). En relación con la fauna, se encuentran mamíferos como *Dasyurus novemcinctus*, *Sciurus yucatanensis*, *Odocoileus virginianus* y *Panthera onca* catalogada como casi amenazada (NT) de acuerdo con el listado de UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, 2021). Aves como *Momotus momota*, *Amazilia yucatanensis*, *Eumomota superciliosa*, *Geococcyx velox* (Bioasesores, 2011).

Como parte de este estudio, en noviembre de 2020 se realizó un censo en el ejido y se registró que habitan 164 personas, 77 hombres y 87 mujeres. La unidad familiar campesina está conformada por familias de dos a seis miembros que habitan una casa (hogar) sumando un total de 49 familias. El promedio de edad para la población adulta es de 27 años en mujeres y 32 años en hombres.

El trabajo de campo se desarrolló durante los meses de enero a diciembre del 2020. Para la obtención de datos se utilizaron dos metodologías cualitativas, talleres participativos con informantes clave y entrevistas semiestructuradas (Escobar & Bonilla-Jiménez, 2015). Los participantes de los talleres se seleccionaron considerando su rol en las principales actividades productivas del ejido: apicultura (n=2), aprovechamiento forestal (n=3), elaboración de artesanías (n=2) y ecoturismo (n=1). El grupo estuvo conformado por tres mujeres (entre 45 y 60 años) y cinco hombres (entre 25 y 70 años). Con el apoyo de este grupo se elaboraron la línea del tiempo y los mapas de presentes y futuros. Para las entrevistas semiestructuradas se solicitó el apoyo a un (1) representante por hogar, con el fin de conocer la percepción local de los recursos y servicios ecosistémicos (Hernández-Mármol et al., 2021; Infante-Ramírez & Arce-Ibarra, 2015; Jiménez, 2019).

## 2.2. Línea del tiempo

La metodología de línea del tiempo tiene como objetivo registrar los acontecimientos más significativos para la conformación de las comunidades (Petersen et al., 2020). Permite organizar y priorizar información sobre la evolución y construcción de los principales elementos que hacen parte del desarrollo comunitario, logrando así la reconstrucción de la memoria histórica (Lemarnó et al., 2020).

La línea del tiempo se construyó con ayuda del relato de algunos de los actores que fueron parte del proceso y constitución del ejido (Lemarnó et al., 2020). Conforme los participantes mencionaban fechas o eventos importantes, éstas fueron registradas en orden cronológico. Al final del taller, se realizó una retroalimentación para conocer la relevancia de los eventos para su desarrollo como comunidad. Los datos fueron analizados de forma cualitativa para determinar el grado de importancia que tuvo cada evento para la conformación del ejido, así como para entender la relación y evolución histórica que han tenido con la selva.

Figura 2. Taller de construcción de línea de tiempo con actores clave del ejido San Agustín



Fotografía de los autores

## 2.3. Mapa de recursos presentes y futuros

La elaboración de mapas comunitarios, con enfoque participativo, tiene como finalidad conocer la percepción del espacio y de los recursos. A través de este ejercicio se implementan procesos de diálogo, reflexión y construcción colectiva, los cuales permiten reconocer el espacio geográfico de la comunidad como un elemento protagonista de la investigación (Aguilar, 2020; Quiñonez, 2011).

Se llevaron a cabo dos talleres con el grupo focal. Para el mapa de recursos presentes, se les solicitó que en una hoja de 1x1 metro ubicaran un punto central del ejido, de ahí fueron dimensionando los espacios y distancias entre cada uno de los elementos del entorno que iban mencionando. Para el mapa de recursos futuros se tomó como base el mapa elaborado en el primer taller, en una hoja de 1x1 metro

mencionaron y ubicaron sus expectativas de crecimiento y desarrollo territorial. Después de cada taller se realizó una retroalimentación para conocer sus opiniones acerca de los espacios e infraestructuras mencionadas (Figura 3).

Figura 3. Taller de elaboración mapa de recursos presentes y futuros con actores clave del ejido San Agustín



Fotografía de los autores

#### 2.4. Percepción local de los servicios ecosistémicos

Para conocer la percepción general que tiene la población local de su entorno se aplicó una entrevista semiestructurada a un representante por hogar (n=41). La mayoría de ellos fueron hombres (98%), debido a su mayor predisposición a mantener la entrevista. El promedio de edad de los entrevistados fue de 44 años. El instrumento constó de 10 preguntas abiertas, las cuales se enfocaron en temáticas como animales y plantas que reconocen de su entorno (leyendas asociadas, especies más comunes y abundantes, especies con poco avistamiento en los últimos años), beneficios que obtienen de la selva, cambios de la selva en los últimos 20 años y conocimiento del concepto de servicio ecosistémico (Codato, 2015; Villamagua, 2017). Para conocer el valor que les dan a los servicios ecosistémicos que les brinda la selva, se les solicitó que valoraran en una escala de 1 a 6, donde 1 es poco de acuerdo y 6 muy de acuerdo, los diferentes enunciados presentados en la Tabla 1 (Marshall et al., 2019; Maya et al., 2017).

Tabla 1. Enunciados utilizados durante las entrevistas semiestructuradas con los representantes de cada uno de los hogares

Enunciado	1	2	3	4	5	6
1. Valoro la selva porque es un lugar bonito y con un paisaje hermoso						
2. Valoro la selva porque es el hogar de muchas plantas y animales diferentes						
3. Valoro la selva porque es la que me provee de madera, comida y plantas medicinales						
4. Valoro la selva porque contribuye a la regulación del clima						
5. Valoro la selva porque en ella puedo hacer ecoturismo						
6. Valoro la selva porque es un lugar lleno de sabiduría, conocimiento y tradiciones que mis ancestros han conservado.						

Fuente: marco IPBES. Elaboración propia

Se tomó como base el marco propuesto por la Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios del Ecosistema (IPBES), donde los servicios se agrupan en materiales, no materiales y de regulación. Este marco considera la conexión de diferentes sistemas de conocimientos sobre la interrelación humano-naturaleza (Díaz et al., 2015) y reconoce la importancia de los contextos, especialmente en

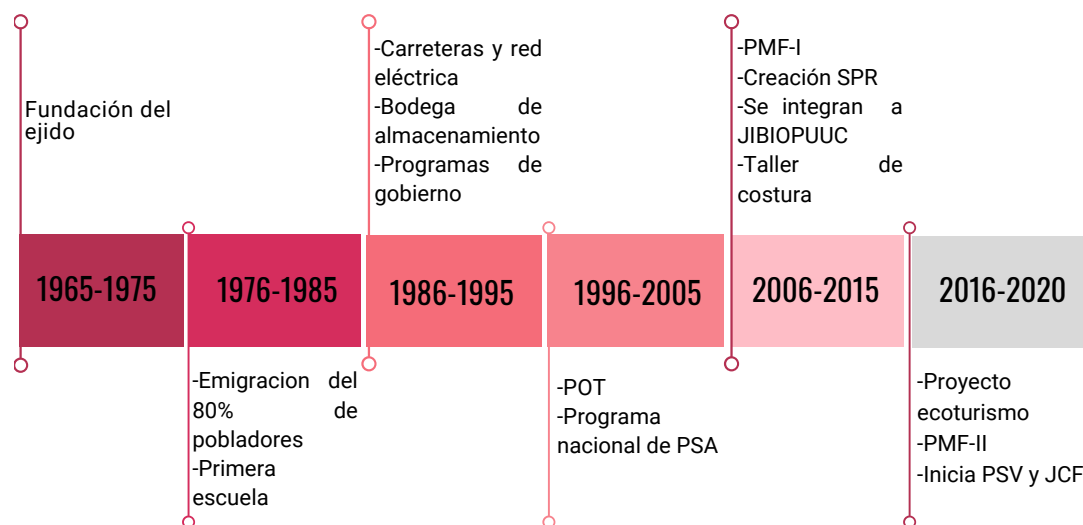
cómo las personas usan sus contextos biofísicos y sociales para la toma de decisiones (Peterson, 2010). A partir de esto se organizaron las respuestas de los entrevistados para agrupar la información y realizar análisis descriptivos y cuantitativos.

### 3. Resultados

#### 3.1. Línea del tiempo

Los integrantes del grupo focal identificaron 18 eventos importantes para el ejido (Figura 4). Entre ellos destacan la entrega de la propiedad de tierra en 1966 a los migrantes de un municipio de Yucatán llamado Tekantó, quienes más adelante nombraron el ejido como San Agustín. La construcción de carreteras e infraestructura como casas, escuelas primarias y secundarias se llevó a cabo durante la década de los 80's y 90's. A partir del año 2000 los habitantes, con apoyo de la organización no gubernamental Bio-asesores, participaron en programas del gobierno como, por ejemplo, el Pago por Servicios Ambientales (PSA), el cual les permitió construir infraestructura y adquirir maquinaria para labores productivas forestales, apicultura y ecoturismo. En 2011 se implementó un plan de gestión forestal diseñado a 20 años, durante los cuales se realizaría de manera escalonada la extracción de árboles como pich (*Enterolobium cyclocarpum*), tzalam (*Lisiloma latisiliquum*), ya'axnik (*Vitex gaumeri*), chacte viga (*Caesalpinia platyloba*), boop (*Coccoloba spicata*), canchunup (*Thouinia paucidentata*), para la elaboración de muebles, artesanías y carbón. Este plan es muy importante para los habitantes, ya que ha generado más fuentes de ingresos para las familias. En 2013, los habitantes se constituyeron en una Sociedad de Producción Rural (SPR) y esto les permitió comenzar a vender sus productos bajo una figura legal. Sin embargo, en la actualidad la venta de estos productos es difícil debido a que no tienen como distribuirlos. La mayoría de los eventos relevantes se ubicaron entre los años 2006 y 2015.

Figura 4. Línea de tiempo realizada por el grupo focal. El tiempo se agrupa en décadas y se señalan los sucesos más relevantes



Abreviaturas: POT (Plan de Ordenamiento Territorial), PSA (Pago por Servicios Ambientales), PMF (Plan de Manejo Forestal), SPR (Sociedad de Producción Rural), JIBIOPUUC (Junta Intermunicipal Biocultural del Puuc), PSV (Programa Sembrando Vida), JCF (Jóvenes Construyendo el Futuro)

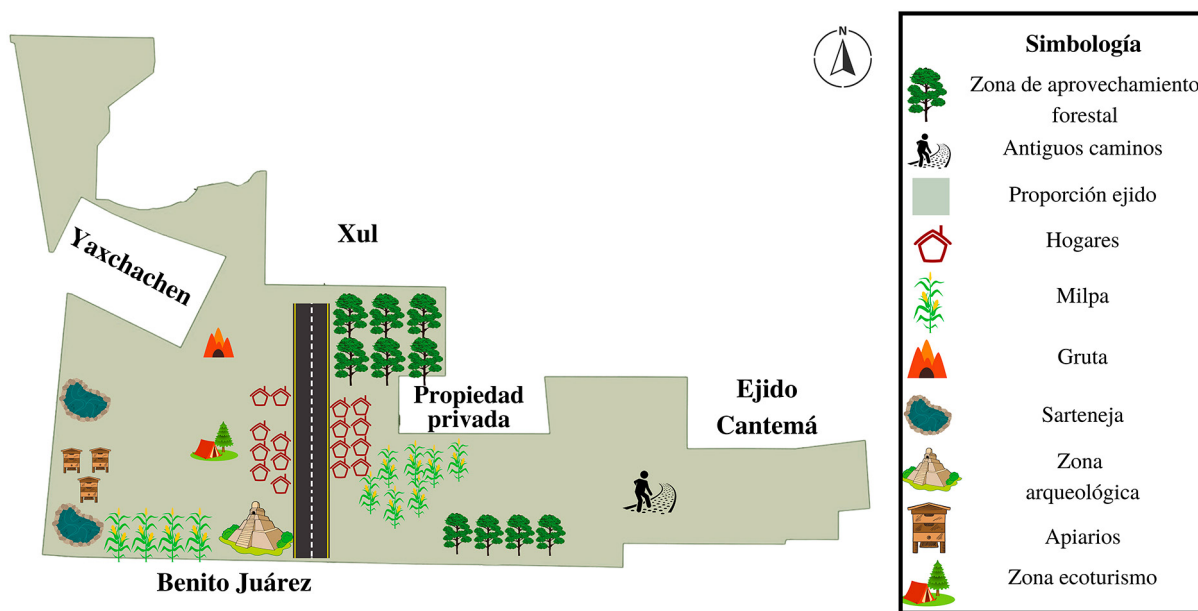
Elaboración propia

#### 3.2. Mapa de recursos presentes y futuros

En el mapa de recursos presentes (Figura 5), los actores ilustraron espacios relacionados con la producción agrícola como las milpas y apiarios, zonas arqueológicas, áreas de aprovechamiento maderable, sistemas naturales de captación de agua como las sartenejas (la roca caliza erosionada y de forma cóncava), zonas de ecoturismo, áreas selváticas e infraestructura. De acuerdo con los entrevistados, la provisión de servicios básicos como el agua y la luz no son continuos, y varían de acuerdo con la zona donde se encuentra la vivienda. Razón por la cual los hogares se concentran alrededor de la carretera principal.

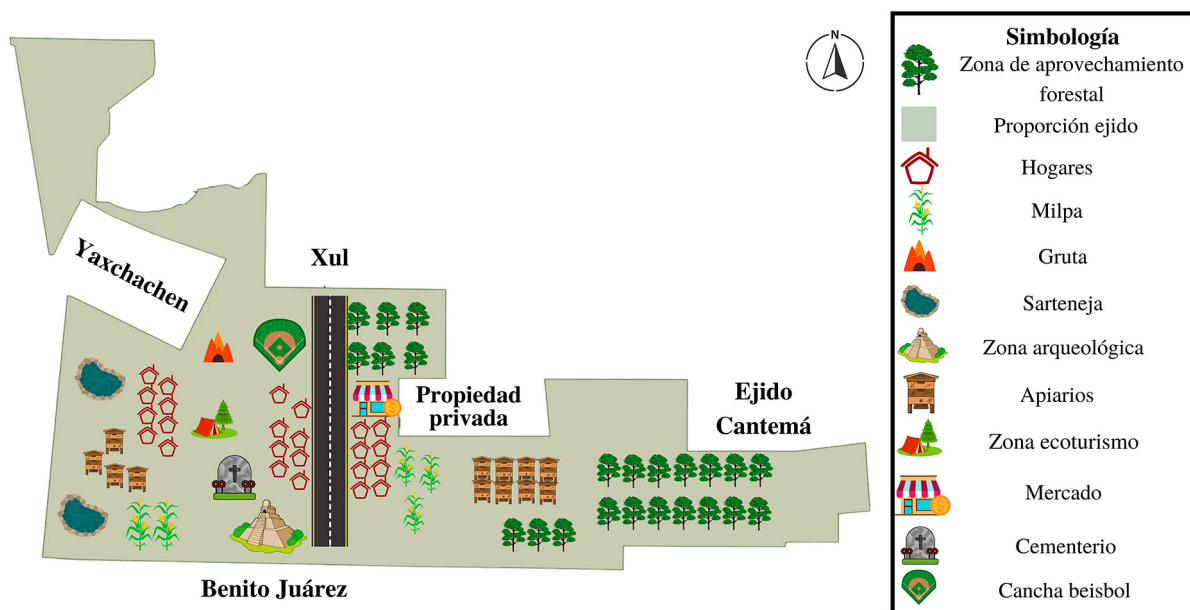
El mapa de recursos futuros (Figura 6) mostró una visión donde no esperan mucha expansión a nivel poblacional y estructural del ejido, pero sí consideran que las áreas destinadas para aprovechamiento forestal, apiarios y milpa mecanizada pueden llegar a incrementarse. Con respecto a la infraestructura consideran importante la construcción de cementerios, canchas de beisbol, zonas de acopio y almacenamiento de productos para evitar pérdidas, así como mercados para la venta de la producción. En la Tabla 2 se comparan por categorías las representaciones presentes y futuras que fueron mencionadas por los actores clave.

Figura 5. Representación gráfica de mapa de recursos presentes (año 2020) elaborado por el grupo focal de actividades productivas. Datos obtenidos en talleres participativos



Elaboración propia

Figura 6. Representación gráfica del mapa de recursos futuros (año 2040) elaborado por el grupo focal de actividades productivas. Datos obtenidos en talleres participativos



Elaboración propia

Tabla 2. Datos obtenidos durante los talleres de mapas de recursos presentes y futuros con ayuda del grupo focal de actividades productivas

Categorías	Mapa recursos presentes	Perspectiva en mapa de recursos futuro
Infraestructura	Hogares	↗
	Comisaria ejidal	↔
Sistemas de producción	Milpa tradicional	↓
	Milpa mecanizada	↑
	Huertos familiares	↔
Ecoturismo	Grutas	↔
	Zona arqueológica	↔
	Sendero	↗
Selva	Restaurante	↗
	Diversidad vegetal	↗
	Avistamiento de fauna	↔
Áreas de aprovechamiento	Aguadas	↔
	Área de aprovechamiento forestal 1	↑
	Área de aprovechamiento forestal 2	↑
	Zona apícola	↑
Servicios básicos	Agua potable	↗
	Centros educativos	↑
Vías de acceso	Nuevos caminos de ingreso	↓
	Antiguos caminos de ingreso	↗
Recreación	Cancha beisbol	↑
	Cancha básquetbol	↔
	Parque	↗

\*Se agrupó por categorías de uso. La última columna representa las perspectivas que tienen a 20 años, y fueron clasificadas de la siguiente manera: ↑ Mayor proyección de crecimiento, ↗ Poca proyección de crecimiento, ↓ Disminución a futuro, ↔ Sin cambios

Elaboración propia

### 3.3. Percepción del entorno y sus servicios ecosistémicos

Los habitantes consideraron que la selva es fundamental para su subsistencia, ya que provee muchos beneficios. Esto se refleja en expresiones como “El monte puede existir sin nosotros, pero sin él nosotros no existimos”, “en él está el suelo donde cultivamos y los alimentos que consumimos”, “para todo lo que el hombre hace necesita el monte”. Así mismo, los habitantes mencionaron otras expresiones como “la selva limpia el aire y regula la temperatura” o “es el hogar de muchos árboles y animales”.

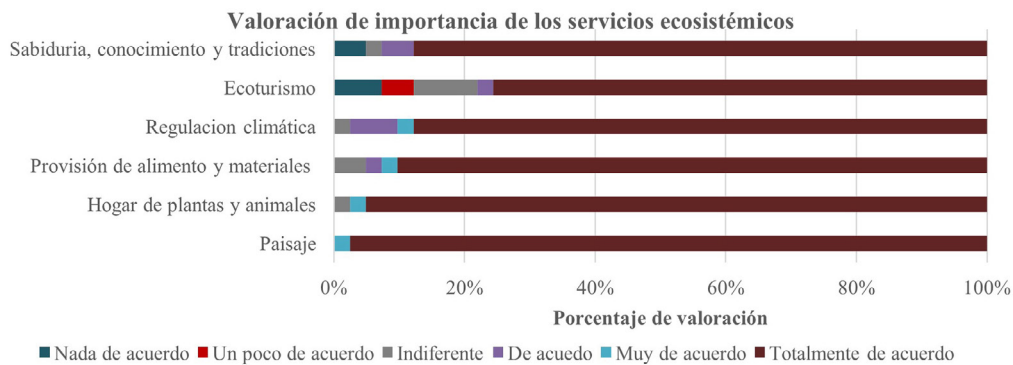
En promedio visitan la selva 2-3 días por semana y, dependiendo de la época, realizan actividades como el corte de madera, mantenimiento de los apiarios, siembra y cuidado de la milpa y/o elaboración de carbón. Los recursos que más se aprovechan de la selva son la madera, que puede ser utilizada para elaboración de muebles, artesanías o carbón; las plantas para uso medicinal y ritual; y la carne o pieles de animales silvestres para la subsistencia local.

Las palabras “servicio ambiental” o “servicios ecosistémicos” fueron familiares para la mayoría (60%) de los entrevistados, debido a que en 2007 el ejido participó en un programa del gobierno llamado “pago por servicios ambientales” que tuvo una duración de 4 años e involucró a gran parte de la comunidad. De acuerdo con esto, algunos participantes definen como servicio ambiental “aquello que favorece la conservación de la selva”, sin embargo, otros lo asociaron apropiadamente como “los beneficios que brinda el ambiente”. Los entrevistados comentan que los servicios más importantes que brinda la selva son el suministro de alimentos y materiales, el oxígeno y el resguardo de animales y plantas. Reconocen que existen otros beneficios como el suministro de plantas medicinales, la tranquilidad, la recreación y la captación de agua.

El noventa por ciento de los entrevistados perciben que el beneficio más importante que les brinda la selva es la provisión de recursos materiales (construcción, alimentación). Asimismo, es relevante para ello el papel que juega la selva para el mantenimiento del hábitat de animales y plantas (regulación) y la estética y paisaje (no materiales). Aspectos relacionados con el ecoturismo fueron valorados por aquellos que desempeñan esa labor (Figura 7).



Figura 7. Escalas de valoración de los beneficios que les brinda la selva a los habitantes del ejido San Agustín de acuerdo con enunciados



\*Se asignaron 6 categorías de respuesta, donde 1 es nada de acuerdo y 6 es totalmente de acuerdo

Elaboración propia

Los animales con mayor frecuencia de avistamiento en la selva del ejido fueron el tejón (*Nasua narica*) y el pavo de monte (*Meleagris ocellata*). Reconocieron que el sereque (*Dasyprocta punctata*) es de los más difíciles de observar. De acuerdo con los pobladores, mamíferos grandes como el jaguar (*Panthera onca*), venados como el temazate café (*Mazama pandora*), cola blanca (*Odocoileus virginianus*) y temazate rojo (*Mazama temama*), el puma (*Puma concolor*) han disminuido su frecuencia de aparición en los últimos 10 años. Siete entrevistados mencionaron alguna leyenda o historia asociada a animales que habitan la selva, siendo el jaguar, oso hormiguero (*Tamandua mexicana*) y el venado los más frecuentes.

Con respecto a las especies de plantas comentaron que especies como el chaká (*Bursera simaruba*) y tzalam (*Lysiloma latisiliquum*) son las que más abundan en la selva, mientras que otras como el dzidzilché (*Gymnopodium floribundum*) o cedro (*Cedrela odorata*) son más escasas. Sin embargo, mencionaron conocer entre 40-50 especies de plantas, debido al manejo forestal que realizan. Algunas de las especies presentes en la selva son utilizadas para rituales. Por ejemplo, la corteza del árbol balché (*Lonchocarpus longistylus*) es consumida en infusión al momento de realizar la ch'á'chaak (petición de la lluvia) y xiat (*Chamaedorea seifrizii*) es utilizada para adornar altares de los difuntos.

Los recursos vegetales que más se usan de la selva están relacionados con la leña, la producción sustentable de carbón y materiales para la construcción. Aunque el objetivo principal del aprovechamiento es la subsistencia, la gran diversidad de recursos genera un beneficio económico para los habitantes del ejido por la venta de productos como estacas, madera en rollo, tablas y carbón. Mencionan que la selva ha cambiado poco en las últimas dos décadas, han observado que las épocas de floración de las especies llegan a retrasarse meses. Los principales servicios ecosistémicos percibidos por los habitantes de San Agustín se presentan en la Figura 8.

Figura 8. Resumen gráfico de servicios ecosistémicos percibidos por los habitantes del ejido San Agustín, Tekax



Elaboración propia en Canva

## 4. Discusión de resultados

### 4.1. Línea del tiempo

La reconstrucción participativa de la historia del ejido permitió recordar su trayectoria, y revalorizar sus logros, identificando momentos difíciles y creando oportunidades de mejora (Lemarnó et al., 2020). En años anteriores Rosales et al. (2013) y Callaghan et al. (2014) realizaron entrevistas a actores clave con el objetivo de conocer información histórica de San Agustín. En ambas investigaciones los relatos exaltan aspectos como la migración de habitantes por la concesión de tierras por parte del gobierno mexicano, la fundación del ejido, la concesión de permisos para el uso de la tierra y la participación en programas de gobierno como Pagos por Servicios Ambientales (PSA), a través de un incentivo económico para los dueños de los terrenos forestales donde se generan servicios hidrológicos, de diversidad o de almacenamiento de carbono, para compensarlos por los costos de conservación y gastos en que incurren al realizar un buen manejo del territorio (Chagoya & Gutiérrez, 2009). De acuerdo con los entrevistados, el Programa PSA los apoyó económicamente durante 10 años y el pago recibido lo invirtieron en la construcción de infraestructura y adquisición de materiales para el trabajo de campo. También les permitió reconocer y valorar su entorno, así como los beneficios que de ello reciben.

Otros eventos relevantes para la comunidad fueron la creación de planes de manejo para las áreas forestales, la formación de la Sociedad de Producción Rural (SPR), quien es la encargada de coordinar actividades productivas y de comercialización, y la integración a la Junta Intermunicipal Biocultural del Puuc, la cual promueve la conservación del medio ambiente, desarrollo rural sustentable, así como del bienestar humano con respeto a la bioculturalidad maya que predominó en la región (Rabasa, 2015). La creación de entidades de gobernanza locales y regionales contribuyen a fortalecer la relación con otras comunidades y departamentos gubernamentales, de esta forma se elaboran programas en conjunto que permiten brindar solución a las problemáticas de las regiones que las integran. Resulta fundamental tomar en cuenta las propuestas locales y establecer canales de comunicación constante que permitan su seguimiento y solución (Libert-Amico et al., 2018).

De acuerdo con los participantes del taller la llegada de programas de gobierno como procampo o Sembrando Vida (SV), son importantes porque están enfocados a mejorar las condiciones de vida de los productores. El Programa SV inició en 2019 y tiene como finalidad promover la inclusión de prácticas de manejo agroecológico para la producción sustentable y el desarrollo de comunidades rurales. En algunas comunidades su implementación ha favorecido la economía de las familias, gracias al pago de incentivos mensuales de 4.500 MXN (220 dólares) y ha permitido la diversificación de la siembra, con semillas de diferentes especies y regiones. En otras comunidades la planeación y ejecución del programa no ha sido coordinado, se ha visto deserción y deforestación (Pedraza, 2021). En el caso particular de San Agustín el programa apoya a más de un 60% de las familias, lo que ha favorecido su economía, sin embargo, problemas como la llegada de temporales de lluvia o sequía más intensos han ocasionado dificultades y pérdidas para los productores. Por su parte el programa Producción para el Bienestar apoya a pequeños y medianos productores de cultivos como maíz, trigo harinero, frijol, arroz, café y caña de azúcar. Estos apoyos varían de acuerdo con la cantidad de hectáreas con las que cuentan los productores y los cultivos que produzcan. Para los granos se brinda un único apoyo que va desde los 1.200 MXN por hectárea (60 dólares) hasta los 3.000 MXN por hectárea (150 dólares). En este programa se promueve el intercambio de semillas entre campesinos y se establecen escuelas de campo para la capacitación de productores y productoras (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural [SADER], 2020). Vale la pena destacar que un productor no puede participar en ambos proyectos. Ambos programas han beneficiado a quienes trabajan el campo, pero aún falta afinar detalles en aspectos como la comercialización de productos, los cuales tendrán un impacto positivo e inmediato en la economía familiar.

La participación en diferentes programas le ha permitido a la comunidad de San Agustín mejorar la infraestructura de su ejido y diversificar la oferta de actividades productivas, que van desde la agricultura hasta la gestión forestal (Rosales et al., 2013). Se ha comprobado que el manejo de los recursos impacta de manera favorable en la diversidad y servicios de regulación como el secuestro y almacenamiento de carbono (Monárrez-González et al., 2018), por lo que es más recomendable establecer planes enfocados en mantener no sólo el recurso material sino la totalidad de los servicios ecosistémicos que éstos brindan.

San Agustín es un ejido que a sus 60 años de origen ya cuenta con diferentes estrategias organizativas como planes de manejo forestal, conformación de grupos de trabajo diversificados y participación en programas de gobierno. Todas estas estrategias giran en torno al aprovechamiento sustentable de la selva.

#### 4.2. Mapa de recursos presentes y futuros

El mapeo participativo es una herramienta que permite conocer los espacios más relevantes de una comunidad. Estos ejercicios están directamente relacionados con el contexto social y con elementos como la tierra, clima, suelos y factores socioeconómicos. Es por esta razón que son variantes, complejos y únicos (Chambers, 1994). En el caso de San Agustín se aprecia una planificación territorial que se concentra alrededor de la única carretera de acceso y de la única zona del ejido que cuenta con servicios básicos como la luz y el agua. La falta de provisión continua de estos servicios es muy común en comunidades marginadas y, como lo menciona Domínguez-Serrano (2010), la escasa inversión en el mantenimiento de las estructuras encargadas de proveer estos servicios, a largo plazo ocasiona su deterioro. Esto tiene repercusiones económicas y sociales importantes como, por ejemplo, la falta de agua que impide el riego de cultivos en agroecosistemas como las milpas o solares, cuya producción es para autoconsumo y comercialización. Por lo tanto, la falta de agua afecta el alcance de la seguridad alimentaria y el ingreso económico de las familias.

Áreas productivas como los huertos familiares y milpas se localizan cercanas a las viviendas, ya que éstas son manejadas por las familias a diario. Otras zonas como los apiarios, área ecoturística y producción forestal se encuentran en las inmediaciones. La codificación de la construcción del ejido se acopla al contexto y necesidades de quienes habitan estos espacios (Aguilar, 2020). En el caso de agroecosistemas como milpas y huertos su ubicación responde a la necesidad de desplazamiento y facilidad de manejo, para suministrar los alimentos necesarios para la dieta de las familias, así como para la venta de excedentes (Cano, 2016; Montañez-Escalante et al., 2014). En el caso de apiarios, al ser *Apis mellifera* la especie seleccionada por los apicultores, sus colmenas están dispersas en la selva, lejos del centro de la población para evitar accidentes (Rodríguez & Pinkus, 2015).

Las zonas de producción forestal están delimitadas para ser aprovechadas por años, lo que permite llevar un manejo sustentable y controlado. Su ubicación corresponde a la selección de los productores quienes, gracias al conocimiento ancestral de su entorno, realizan la clasificación de los tipos de selva, teniendo en cuenta atributos como la altura, diámetro, etapas sucesionales y especies predominantes (González-Cruz et al., 2014). De acuerdo con Toledo et al. (2008) esta clasificación tiene como punto de partida el Ch'aa'k'e, el cual es un espacio donde se intercalan hortalizas y árboles, a los 2 o 3 años se conforma el sak'aab-hubche', que hace referencia a la etapa de desarrollo de arbustos y herbáceas. A la etapa de 10 años se le denomina Kambal hub chu', en el cual se observa una comunidad vegetal donde predominan los arbustos y están en crecimiento los árboles. De los 15 a 30 años se encuentra el Kelenche', etapa donde predomina la vegetación arbórea y donde comienza la gestión forestal de algunas especies como Boop (*Coccoloba spicata*), Canchunup (*Thouinia paucidentata*), Kanasin (*Lonchocarpus rugosus*), o Silil (*Diospyros tetrasperma*), de las cuales se obtiene materia prima para la construcción, carbón o leña. A la vegetación de 40 o más años le denominan suhuy k'aax o selva madura y en ella se aprovechan algunas especies como Bojom (*Cordia alliodora*), Chaka (*Bursera simaruba*), Granadillo (*Platymiscium yucatanum*), Jabin (*Piscidia piscipula*), Tzalam (*Lisiloma latisiliquum*), Ya'axnik (*Vitex gaumeri*), Chacte Viga (*Caesalpinia platyloba*) y Lu'umche' (*Karwinskia humboltiana*), las cuales son utilizadas para obtención de madera en rollo.

La construcción de áreas comunes como parques y canchas de beisbol constituyen importantes proyectos para la comunidad, ya que estos se edifican como zonas de esparcimiento y reunión entre los habitantes. El parque es un área común donde se agrupan diferentes tipos de población, la cual varía de acuerdo con los horarios, por ejemplo, niñas y niños con sus madres acuden en la mañana y en la tarde, mientras que los jóvenes se juntan en la noche. Cuadros-Rodríguez et al. (2013) exaltan la relevancia de estos espacios ya que, gracias a su papel como ejes centrales de la convivencia comunitaria, favorecen el tejido social y la inclusión. Otro espacio igual de relevante son las canchas. En el caso del ejido San Agustín el beisbol es el deporte que los reúne, pues constantemente lo juegan en familia y compiten con otras comunidades en la liga local. Para ellos la construcción de este espacio podría mejorar su calidad de vida, al permitirles relajarse y convivir. Lo anterior aportaría al desarrollo sustentable comunitario, pues favorecería el bienestar personal y emocional de los habitantes (Cortes-Mura & Peña-Reyes, 2015). Es

importante mencionar que al ser áreas de bien común deben aprobarse por medio de asambleas ejidales. Su proyección de construcción sería en la zona urbana, por lo que no afectarían las áreas de manejo forestal ni la permanencia del ejido en la reserva biocultural JIBIOPUUC.

Con respecto a su perspectiva futura la creación de centros de acopio para almacenar semillas y productos como el maíz y la miel, mercados y la ampliación de áreas productivas se resaltan como prioridades. En la actualidad carecen de una bodega de almacenamiento para sus productos y de puntos de mercado para su distribución. Muchos de los insumos, cosechas y productos se pierden debido a la falta de espacios adecuados para su almacenaje, y cuando realizan algunas ventas en otras localidades no alcanzan los precios justos que les permitan recuperar la inversión.

De acuerdo con Graizbord y González-Alva (2012) la creación de espacios como mercados y centros de acopio contribuyen a generar mejores condiciones económicas y sociales para toda la comunidad, lo que a su vez puede propiciar la participación de los productores en las cadenas de mercado. Si se llegaran a construir estos espacios, problemáticas como los bajos precios de venta y la pérdida de productos podrían comenzar a solucionarse, repercutiendo de forma positiva en los ingresos y calidad de vida de los habitantes de San Agustín.

### 4.3. *Percepción local de los recursos y servicios ecosistémicos*

Los habitantes reconocen que la selva les brinda beneficios relacionados con la alimentación, la construcción, la purificación del aire, la regulación de la temperatura y el oxígeno. La frecuencia de visita a la selva y los recursos disponibles son factores que influyen en la percepción de los servicios ecosistémicos (Castillo et al., 2018). La manera en la cual se perciben los servicios puede variar de acuerdo con el lugar de residencia. Martín-López et al. (2012) mencionan que las poblaciones rurales identifican con mayor frecuencia servicios materiales, ya que son fundamentales para su subsistencia, mientras que en zonas urbanas son los servicios de regulación los más mencionados por que están relacionados con la mejora en las condiciones de vida en las ciudades. Los servicios no materiales están también relacionados con el contexto cultural, por ejemplo, en las comunidades rurales las familias tienen una relación más estrecha con su entorno y es común que mencionen que el ambiente les brinda beneficios como tranquilidad, sabiduría y mantenimiento de la cultura y las tradiciones. Esto se refleja a través de la realización de prácticas ceremoniales realizadas para la siembra y la agricultura (Briceño et al., 2016; Codato, 2015; Infante-Ramírez & Arce-Ibarra, 2015; Villamagua, 2017).

En cuanto al conocimiento de los animales de su entorno, los habitantes reconocieron mayor número de especies de mamíferos. De acuerdo con Barrasa (2012) y Maya et al. (2017) es común que este grupo de vertebrados sea el que identifiquen los pobladores con mayor facilidad debido a su tamaño y porque históricamente han sido cazados con mayor frecuencia. Reconocieron que han observado una disminución de especies emblemáticas de la península de Yucatán como el jaguar, el puma, venados como el temazate café, cola blanca y temazate rojo. Esto puede deberse al cambio de uso de suelo para la siembra de cultivos mecanizados como la soya, lo cual se está realizando en otras comunidades cercanas. También mencionaron que hay invasión a sus tierras de cazadores provenientes de otros ejidos. Esta información concuerda con lo mencionado por Hernández-Pérez et al. (2015) y Sosa-Escalante et al. (2013), quienes afirman que estas especies se encuentran en estado vulnerable o de amenaza en el estado de Yucatán, debido a factores como la deforestación, la tala ilícita, los cambios de uso de suelo, desarrollos de infraestructura sin autorización y el comercio ilegal de vida silvestre. Desde hace más de una década el ejido de San Agustín está llevando a cabo un monitoreo de fauna silvestre a través de cámaras trampa ubicadas en diferentes áreas de aprovechamiento forestal para conocer las diferentes especies que habitan y visitan sus tierras (Bioasesores, 2011). Este monitoreo permite conocer las preferencias alimenticias y de hábitat de las especies y contribuye a la preservación de la fauna local. Se considera que el trabajo transdisciplinario con las comunidades locales es indispensable para el conocimiento del medio local y la creación de planes de gestión encaminados a la protección de especies de fauna y flora con un invaluable valor funcional.

Las especies de plantas mencionadas concuerdan con inventarios previos que se han realizado en este tipo de selva en Yucatán (Hurtado-Torres et al., 2020; Ramírez et al., 2017; Rico-Gray, 1992; Zamora-Crescencio et al., 2009). Los entrevistados mencionaron diferentes usos o propiedades de las especies vegetales y reconocen que, debido a la gestión que realizan de los recursos forestales, están conservando una gran diversidad de árboles. Han observado cambios en las fenofases como la floración adelantada o

atrasada en algunas especies. Lo relacionan con los cambios en el clima debido a que en los últimos años se han presentado sequías más prolongadas y precipitaciones más intensas (Orellana et al., 2009). Por ejemplo, en 2020 se presentaron inundaciones prolongadas en la zona a consecuencia del impacto de la tormenta tropical Cristóbal que causó importantes pérdidas de cultivos en todo el Estado de Yucatán (Culebro-Moreno & Alonzo-Solís, 2021). En el año 2021, durante el mes de septiembre, de nuevo se presentaron fenómenos meteorológicos que trajeron consigo gran cantidad de precipitaciones que nuevamente causaron inundaciones y pérdidas materiales en el estado, incluyendo al ejido de San Agustín.

Actividades como la apicultura, agricultura y aprovechamiento forestal son vulnerables a los cambios en el clima generando pérdidas de semillas, de cosechas, económicas y materiales. Interián-Ku et al. (2018) estudiaron el impacto de las variables ambientales en la fenología de dos especies melíferas importantes en la selva yucateca *Caesalpinia gaumeri* y *Gymnopodium floribundum* (Flores, 2010; Flores & Vermont, 2011) y observaron que ambas especies modificaron sus épocas de floración, produjeron una menor cantidad de flores y, posiblemente, polen y néctar. De acuerdo con estos autores, las especies presentes en ecosistemas subcaducifolios responden a las condiciones climáticas como la humedad y la precipitación, y la variación de estos induce cambios importantes en las especies.

Las creencias en leyendas y prácticas rituales persisten en el acervo cultural de las personas mayores y de quienes visitan la selva con mayor frecuencia. En este estudio la mayoría de los jóvenes (65%) expresaron no conocer leyendas o rituales con especies presentes en la selva. Es posible que ausencia del conocimiento sea producto de los cambios en los estilos de vida y actividades económicas. Saber acerca de las percepciones locales expresadas a través de leyendas, creencias, tradiciones y mitos permite conocer la forma en que perciben su entorno, así como el valor cultural y social que tienen de la biodiversidad (Herrera-Flores et al., 2018).

El término servicio ambiental o ecosistémico resulta familiar para los entrevistados, debido a la previa participación del ejido en programas relacionados con el pago por servicios ambientales. Sin embargo, existe una confusión en el uso de la terminología. Codato (2015) explica que esto es normal, ya que en ocasiones los programas de gobierno no explican de forma detallada los términos que usan, lo que genera una construcción individual y diferenciada del significado.

Los habitantes del ejido San Agustín valoran los beneficios que le brinda su ecosistema, principalmente los servicios materiales, debido a que son necesarios para su subsistencia. Servicios no materiales como la tranquilidad y la recreación son también relevantes para su vida. Esto concuerda con lo comentado por Infante-Ramírez y Arce-Ibarra (2015) quienes afirmaron que para algunas comunidades de la zona maya de Quintana Roo los servicios no materiales son parte fundamental de su esencia y tradición, por lo que su percepción y valoración hacia ellos es alta. Es común ver que exista una relación más estrecha entre las personas mayores y la selva, pues ellas han co-existido durante más tiempo y en el pasado estos ambientes les han suministrado recursos para su subsistencia (Gómez et al., 2020).

El conocimiento del medio está siendo transmitido a los jóvenes, quienes participan activamente en el uso sustentable de los recursos. Esta es una de las mayores fortalezas que tiene la comunidad, a diferencia de muchas localidades rurales de Yucatán donde los jóvenes están migrando a las grandes ciudades en busca de oportunidades en empleos formales (Méndez & Paulson, 2014). El manejo de la selva les permite a los jóvenes tener una fuente de trabajo, al mismo tiempo que respetan y conservan sus recursos. Se involucran en actividades como el aprovechamiento forestal, ecoturismo y la agricultura, se arriesgan a emplear nuevas técnicas y estrategias de producción, lo que imprime un nuevo dinamismo a la comunidad. Esta permanencia en el ejido es evidencia del éxito que tienen las estrategias de manejo sustentable cuando se consideran las fortalezas y necesidades de las comunidades.

El ejido mantiene una estrecha relación con su ambiente, resultado de años de coexistencia y aprendizaje conjunto. La selva para ellos es parte fundamental de sus tradiciones y cultura, por lo que la respetan y valoran como un elemento central en todas las decisiones que toman día a día. De acuerdo con los entrevistados, la selva es un espacio que les brinda refugio, paz, tranquilidad, alimento y trabajo. La conservación de sus elementos es eje fundamental en cualquier estrategia de gestión de recursos naturales que se proponga.

## 5. Conclusiones

San Agustín es un ejido joven, pero con una historia muy enriquecedora que está cimentada en el apoyo comunitario y en el desarrollo en conjunto. Esto les ha permitido llevar a cabo múltiples

proyectos ambientales y sociales, como la selección y seguimiento de áreas de manejo, la constitución de Sociedades de Producción Rural, de cooperativas de turismo y la participación en juntas municipales como la JIBIOPUUC, las cuales han tenido un impacto positivo en la economía y en el bienestar del ejido al fomentar la participación y empoderamiento de los habitantes. Es reconocida en la península como una de las comunidades pioneras en el aprovechamiento forestal y en el ecoturismo, por lo cual son invitados a colaborar en la capacitación a otras comunidades. Desafortunadamente, también es una de las más olvidadas por parte del gobierno del estado, el cual no ha generado proyectos para la mejora en las vías de acceso ni de adecuación de nuevas bombas de agua, que permitan el riego de áreas de cultivo. Esto ha ocasionado que gran parte de su producción se vea afectada.

El mapa de recursos mostró una comunidad unida, la cual se concentra en áreas de viviendas con huertos familiares y milpas. Cuentan con muchos recursos ambientales, que han respetado y manejado, favoreciendo la creación de espacios productivos como las zonas de aprovechamiento forestal, los apiarios y las áreas ecoturísticas. En la actualidad cuentan con proyectos enfocados a mejorar la calidad de vida de los habitantes por medio de la construcción de áreas comunes como parques, canchas de beisbol, que repercutan de manera positiva en la calidad de vida, y en centros de acopio y mercados, que permitan el almacenamiento, distribución y venta de su producción.

El presente trabajo dio a conocer las opiniones y percepciones de las familias del ejido San Agustín, estuvieron representadas principalmente por hombres, ya que muchas de las mujeres se encontraban ocupadas a cargo del cuidado del hogar. No se observó diferencias entre géneros al momento de la percepción de su entorno. Consideran a la selva como eje central de su vida, porque de ella proviene su saber. En relación con los servicios ecosistémicos, los servicios materiales como la provisión de alimento y de materiales de construcción fueron los más valorados por los habitantes del ejido. Aspectos no materiales como la estética, el paisaje y la espiritualidad, ligadas con sus tradiciones y cultura, son también importantes porque forman parte de su cosmovisión. La selva es considerada el eje fundamental de su subsistencia, les brinda los beneficios que necesitan y por ello la conservan y protegen, lo que genera una estrecha relación.

El diálogo con las comunidades es parte fundamental para el planeamiento e implementación de estrategias vinculadas con el contexto de cada entorno, las cuales deben dirigirse a solucionar problemas locales en forma transdisciplinaria.

## **Financiación**

Esta investigación fue financiada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) a través del proyecto Gestión de agroecosistemas sustentables en el sur de Yucatán (M0037-2019-305870).

## **Agradecimientos**

Al CONACyT por la beca de posgrado (786441) otorgada al primer autor. A los habitantes de San Agustín, por abrirnos las puertas de sus hogares y compartirnos sus saberes.

## Referencias

- Aguilar, M. del S. (2020). Mapas participativos comunitarios trazados por niños, niñas y adolescentes: el conocimiento colectivo sobre el territorio habitado. *Bio-grafía. Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 13(24), 131-137. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.13.num24-12365>
- Anta, S., & Carabias, J. (2008). Consecuencias de las políticas públicas en el uso de los ecosistemas y la biodiversidad. En *Capital natural de México, vol. III: Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad*, CONABIO (pp. 87-153). [https://www.conabio.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20III/III03\\_Consecuencias%20de%20las%20politicas%20publicas%20en%20el%20uso%20de.pdf](https://www.conabio.gob.mx/pais/pdf/CapNatMex/Vol%20III/III03_Consecuencias%20de%20las%20politicas%20publicas%20en%20el%20uso%20de.pdf)
- Aryal, D., De Jong, B., Ochoa-Gaona, S., Esparza-Olguin, L., & Mendoza-Vega, J. (2014). Carbon stocks and changes in tropical secondary forests of southern Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 195, 220-230. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.06.005>
- Balvanera, P. (2012). Los servicios ecosistémicos que ofrecen los bosques tropicales. *Ecosistemas*, 21(1-2), 136-147. <https://doi.org/10.7818/ECOS.33>
- Barrasa, S. (2012). Conocimiento y usos tradicionales de la fauna en dos comunidades campesinas de la reserva de biosfera de la encrucijada, Chiapas. *Etnobiología*, 11(1), 10-28. <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/199/200>
- Barrera, A., Gómez-Pompa, A., & Vázquez-Yanes, C. (1977). El manejo de las selvas por los mayas; sus implicaciones silvícolas y agrícolas. *Biótica (México)*, 2(2), 47-61. [http://www.reservaeleden.org/agp/libro/lec/Cap23\\_manejo\\_selvas.pdf](http://www.reservaeleden.org/agp/libro/lec/Cap23_manejo_selvas.pdf)
- Bioasesores. (2011). Manifestación de Impacto Ambiental modalidad particular “Aprovechamiento forestal de especies maderables y comunes persistentes y obtención de madera para construcción en el nuevo centro de población agrícola San Agustín, Municipio de Tekax, Mérida Yucatán”.
- Briceño, J., Iñiguez, V., & Ravera, F. (2016). Factores que influyen en la percepción de servicios de los ecosistemas de los bosques secos del sur del Ecuador. *Ecosistemas: Revista científica de ecología y medio ambiente*, 2(2), 46-58. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2016.25-2.06>
- Callaghan, J., Alcocer, E., & Vela, N. (2014). Diagnóstico etnográfico participativo del ambiente natural, sociocultural y económico de las cuatro comunidades. Proyecto “alianza para el desarrollo sustentable de la región Puuc y Chenes, y la implementación de los objetivos REDD+”.
- Cano, E.J. (2016). Huertos familiares: un camino hacia la soberanía alimentaria. *Revista pueblos y frontera digital*, 10(20), 70-91. <https://doi.org/10.22201/cimsur.18704115e.2015.20.33>
- Castillo, A., Vega-Rivera, J., Pérez-Escobedo, M., Romo-Díaz, G., López-Carapia, G., & Ayala-Orozco, B. (2018). Linking social-ecological knowledge with rural communities in Mexico: lessons and challenges toward sustainability. *Ecosphere*, 9(10), e02470. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2470>
- Cepeda, C., & Amoroso, A. (2016). *Experiencias de desarrollo sustentable y conservación en la Península de Yucatán*. The Nature Conservancy. <https://www.tncmx.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/mexico/experiencias.pdf>
- Chagoya, J., & Gutiérrez, L. (2009). Esquema de pago por servicios ambientales de la Comisión Nacional Forestal, México. En C. Sepúlveda y M. Ibrahim (Eds.), *Políticas y sistemas de incentivos para el fomento y adopción de buenas prácticas agrícolas* (pp. 189-205). [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7964/Políticas\\_y\\_sistemas\\_de\\_incentivos.pdf?sequence=8&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/7964/Políticas_y_sistemas_de_incentivos.pdf?sequence=8&isAllowed=y)
- Chambers, R. (1994). Participatory rural appraisal (PRA): Challenges, potentials and paradigm. *World Development*, 22(10), 1437-1454. [https://doi.org/10.1016/0305-750X\(94\)90030-2](https://doi.org/10.1016/0305-750X(94)90030-2)
- Codato, D. (2015). Estudio de la percepción social del territorio y de los servicios ecosistémicos en el Alto Mayo, Región San Martín, Perú. *Espacio y Desarrollo*, 27, 7-31. <https://doi.org/10.18800/espaciodesarrollo.201501.001>
- Cortés-Mura, H.G., & Peña-Reyes, J.I. (2015). De la sostenibilidad a la sustentabilidad. Modelo de desarrollo sustentable para su implementación en políticas y proyectos. *Revista Escuela De Administración De Negocios*, (78), 40-54. <https://doi.org/10.21158/01208160.n78.2015.1189>
- Costanza, R., D'Arge, R., Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R., Paruelo, J., Raskin, R., Sutton, P., & Belt, M. (1997). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260. <https://doi.org/10.1038/387253a0>

- Cuadros-Rodríguez, J., Valencia, J & Valencia-Arias, A. (2013). Las bibliotecas públicas como escenarios de participación ciudadana e inclusión social. *Rastros Rostros* 15 (29), 73-81. <https://doi.org/10.16925/ra.v15i29.699>
- Culebro-Moreno, J.E & Alonzo-Solís, J.F. (2021). El impacto del COVID-19 en el ámbito subnacional. Confianza institucional y políticas públicas en Yucatán, México. *Encrucijada, Revista Electrónica del Centro de Estudios en Administración Pública*, 39, 48-68. <http://dx.doi.org/10.22201/fcpys.20071949e.2021.39.79690>
- Diaz, S., Demissew, S., Lonsdale, C., & Lariagauderie, A. (2015). A roseta Stone for natures benefits to people. *PLoS Biology*, 13(1), e1002040. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1002040>
- Domínguez Serrano, J. (2010). El acceso al agua y saneamiento: Un problema de capacidad institucional local. Análisis en el estado de Veracruz. *Gestión y política pública*, 19(2), 311-350. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-10792010000200004](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-10792010000200004)
- Escobar, J., & Bonilla-Jiménez, I. (2015). Grupos focales: una guía conceptual y metodológica. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 9(1), 51-67. <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/957/1/Gupos%20focales%20una%20gu%C3%ada%20conceptual%20y%20metodol%C3%B3gica.pdf>
- Flores, G. J. S. (2010). Flora melífera. En R. Durán, & M. Méndez (Eds.), *Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yucatán* (pp. 185-205). <https://www.cicy.mx/sitios/biodiversidad-y-desarrollo-humano-en-yucatan>
- Flores, G. J.S., & Vermont, R. (2011). La vegetación de la península de Yucatán y su miel. En C. Echazarreta, (Comp.), *La Miel y las Abejas el Dulce Convenio del Mayab* (pp. 33-46). <http://bibliotecasibe.ecosur.mx>
- Gómez, D., Aguado, M., & Vallejo, M.C. (2020). Evaluando el bienestar humano y los servicios de los ecosistemas en San Jacinto de Santay, Ecuador. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 20(2), 31-50. <https://doi.org/10.7201/earn.2020.02.02>.
- Gómez-Pompa, A. (1987). On maya silviculture. *Mexican Studies*, 3(1), 1-17. <https://doi.org/10.2307/4617029>
- González-Cruz, G., García-Frapolli, E., Casas, A., & Dupuy-Rada, J.M. (2014). Conocimiento tradicional maya sobre la dinámica sucesional de la selva. Un caso de estudio en la Península de Yucatán. *Etnobiología*, 12(1), 60-67. <https://revistaetnobiologia.mx/index.php/etno/article/view/179/180>
- Graizbord, B., & González-Alva, R. (2012). Centros de desarrollo comunitario apoyados por el Programa Hábitat: una aproximación cualitativa. *Economía, sociedad y territorio*, 12(39), 299-332. <https://doi.org/10.22136/est00201273>
- Hernández-Mármol, D., Ballesteros-Pelegrín G.A., & Belmonte-Serrato, F. (2021). Identificación y valoración de los Servicios Ecosistémicos del Parque Regional de las Salinas y Arenales de San Pedro del Pinatar (Murcia, España) basado en encuestas a los usuarios. *Investigaciones Geográficas*, 75,167-186. <https://doi.org/10.14198/INGEO.16867>
- Hernández-Pérez, E., Reyna-Hurtado, R., Castillo-Vela, G., Sanvicente-López, M., & Moreira-Ramírez, J.F. (2015). Fototrampeo de mamíferos terrestres de talla mediana y grande asociados a petenes del noroeste de la península de Yucatán, México. *Therya*, 6(3), 559-574. <https://doi.org/10.12933/therya-15-290>
- Herrera-Flores, B., Santos-Fita, D., Naranjo, E., & Hernández-Betancourt, S. (2018). Creencias y prácticas rituales en torno a la cacería de subsistencia en comunidades del norte de Yucatán, México. *Revista Etnobiología*, 16(1), 5-18. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6533099>
- Hurtado-Torres, M.C., Montañez-Escalante, P.I., Ruenes-Morales, M. del R., Jiménez-Osornio, J.J., & Estrada-Medina, H. (2020). Assessment of population structure and management of *Cordia dodecandra* A. DC. in homegardens and tropical forest in Yucatan, Mexico. *Revista De La Facultad De Ciencias Agrarias UNCuyo*, 52(2), 140-152. <https://revistas.uncu.edu.ar/ojs/index.php/RFCa/article/view/3794>
- Infante-Ramírez, K., & Arce-Ibarra, A. (2015). Percepción local de los servicios ecológicos y de bienestar de la selva de la zona maya en Quintana Roo, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía, UNAM*, 86, 67-81. <https://dx.doi.org/10.14350/rig.36593>



- Infante-Ramírez, K., Arce-Ibarra, A., & Bello-Salazar, E. (2014). Valoración no monetaria de unidades de paisaje en la zona maya de Quintana Roo, México. *Economía, Sociedad y Territorio*, 14(45), 309-357. <https://doi.org/10.22136/est002014378>
- Interián-Ku, V.M., Valdez-Hernández, J.I., Cázares-Sánchez, E., & González-Rodríguez, F. (2018). Impacto de variables ambientales en la fenología de *Caesalpinia gaumeri* Greenm. y *Gymnopodium floribundum* Rolfe del sur de Yucatán, México. *Polibotánica*, 45, 115-129. <https://doi.org/10.18387/polibotanica.45.9>
- Jiménez, D. (2019). *Geo-grafías comunitarias. Mapeo Comunitario y Cartografías Sociales: procesos creativos, pedagógicos, de intervención y acompañamiento comunitario para la gestión social de los territorios*. Cuaderno de Trabajo. Camidabit-Los Paseantes, Sierra del Tentzon, México. <https://nube.surcooaxaca.org/index.php/s/gonZnHotTymFexy#pdfviewer>
- Lemarnó, M.J., Pereda, M.M., Fleita, F., & Almada, C. (2020). Agroecología y desarrollo rural: la trayectoria del Grupo Agroecológico Las Tres Colonias, 1998-2019. *Eutopía, Revista de Desarrollo Económico Territorial*, 18, 155-174. <https://doi.org/10.17141/eutopia.18.2020.4591>
- Libert-Amico, A., Trench, T., Rodríguez, A., & Martínez-Morales, M de P. (2018). Experiencias de gobernanza multinivel en México: innovación para la reducción de emisiones de carbono de los ecosistemas terrestres. *Maderas y bosques*, 24(spe), e2401909. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2401909>
- López-Jiménez, L., Durán-García, R., & Dupuy-Rada, J.M. (2019). Recuperación de la estructura, diversidad y composición de una selva mediana subperennifolia en Yucatán, México. *Maderas y bosques*, 25(1), 1-17. <https://doi.org/10.21829/myb.2019.2511587>
- Marshall, N., Dunstan, P., Pert, P., & Thiault, L. (2019). How people value different ecosystems within the Great Barrier Reef. *Journal of Environmental Management*, 243, 39-44. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.05.024>
- Martín-López, B., Gonzáles, J., & Vilarity, S. (2012). *Ciencias de la sostenibilidad: Guía docente*. <http://repository.humboldt.org.co/handle/20.500.11761/32937>
- Maya, C., Bustamante, A., Vargas, S., Morales, J., Tarango, L., & Herrera, B. (2017). Fauna utilization and local ecological knowledge in a community of the Sierra del Tentzo State Reserve, Puebla, Mexico. *Revista de Geografía Agrícola*, 63, 121-135. <https://dx.doi.org/10.5154/r.ga.2017.63.05>
- Méndez, J., & Paulson, S. (2014). Los factores exógenos y los procesos territoriales en la transformación del panorama ocupacional en Yucatán. *Eutopía*, 5, 37-50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5040151>
- Monárrez-González, J., Pérez-Verdín, G., López-González, C., Márquez-Linares, M., & González-Elizondo, M. (2018). Efecto del manejo forestal sobre algunos servicios ecosistémicos en los bosques templados de México. *Madera y bosques*, 24(2). <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421569>
- Montañez-Escalante, P., Ruenes-Morales, M., Ferrer-Ortega, M., & Estrada-Medina, H. (2014). Los Huertos familiares Maya-Yucatecos: situación actual y perspectiva en México. *Ambienta*, 107, 100-109. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4979639>
- Montoya, G., Hernández, J., & García, J. (2011). Organización social para el desarrollo sustentable en Chiapas, México. *Semestre Económico*, 14(29), 77-98. <http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v14nspe29/v14nspe29a5.pdf>
- Morret-Sánchez, J., & Cosío-Ruiz, C. (2017). Panorama de los ejidos y comunidades agrarias en México. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 14(1), 125-152. <http://www.scielo.org.mx/pdf/asd/v14n1/1870-5472-asd-14-01-00125-en.pdf>
- Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/40155-la-agenda-2030-objetivos-desarrollo-sostenible-oportunidad-america-latina-caribe>
- Orellana, R., Espadas, C., Conde, C., & Gay, C. (2009). Atlas: Escenarios de cambio climático en la Península de Yucatán. *Problemas del desarrollo*, 43(168), 191-193. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0301-70362012000100009](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0301-70362012000100009)

- Pedraza, J. (2021). El programa estratégico Sembrando Vida: ¿promueve la soberanía alimentaria? *Grietas. Revista Crítica de Política Internacional*, (2), 147-161. <http://www.revistagrietas.com/index.php/grietas/article/view/16/21>
- Petersen, P., Silveira, L., Fernandes, G.B., & Gomes, S. (2020). *Lume: A method for the economic-ecological analysis of agroecosystems. Reclaiming diversity and citizenship series*. <https://www.coventry.ac.uk/globalassets/media/global/08-new-research-section/cawr/coventry-brazil-book-aw3.pdf>
- Peterson, N. D. (2010). Choices, options, and constraints: decision making and decision spaces in natural resource management. *Human Organization*, 69(1), 54-64. <https://doi.org/10.17730/humo.69.1.82153826v2484743>
- Quijas, S., Schmid, B., & Balvanera, P. (2010). Plant diversity enhances provision of ecosystem services: a new synthesis. *Basic and Applied Ecology*, 11, 582-593. <https://doi.org/10.1016/j.b.aae.2010.06.009>
- Quiñonez, M.C. (2011). La manera cultural: entre el desarraigo y la territorialización. Una experiencia de cartografía social en la zona de Bajamar-Isla de Cascajal Buenaventura. *Entramado*, 14, 156-171. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S190038032011000200010&lng=e&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S190038032011000200010&lng=e&nrm=iso&tlng=es)
- Rabasa, M. (2015). Integración, desarrollo y fortalecimiento de capacidades del Consejo Ciudadano de la Jibiopuuc. Consultoría para The Nature Conservancy, Mérida. <http://jibiopuuc.org.mx/wp-content/uploads/2020/06/CONSEJO-CIUDADANO-JIBIOPUUC-Agosto-2015.pdf>
- Ramírez, G., Dupuy, J., Ramírez, L., & Solorio, F. (2017). Evaluación de ecuaciones alométricas de biomasa epigea en una selva mediana subcaducifolia de Yucatán. *Madera y Bosques*, 23(2), 163-179. <https://doi:10.21829/myb.2017.2321452>
- Rico-Gray, V. (1992). Los mayas y el manejo de las selvas. *Revista de ciencias. Universidad Autónoma de México*, 28, 23-26. <https://www.revistacienciasunam.com/es/177-revistas/revista-ciencias-28/1637-los-mayas-y-el-manejo-de-las-selvas.html>
- Rodríguez, E., & Pinkus, M. (2015). Apicultura, entorno y modernidad en localidades de Yucatán, México. *Biotemas*, 28(3), 143-157. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2015v28n3p143>
- Rosales, M., Cervera, G., & Reygadas, F. (2013). Un ejido forestal en construcción ante la nueva visión agraria. *Sociedad y Ambiente*, 1(1), 22-49. [https://revistas.ecosur.mx/sociedadambiente/index.php/sya/article/download/10/pdf\\_2/](https://revistas.ecosur.mx/sociedadambiente/index.php/sya/article/download/10/pdf_2/)
- Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. (2020). Reglas de Operación del Programa de Producción para el Bienestar de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural para el ejercicio fiscal 2021. Estados Unidos Mexicanos. [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5609033&fecha=28/12/2020](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5609033&fecha=28/12/2020)
- Sosa-Escalante, J.E., Pech-Canché, J.M., MacSwiney, M.C., & Hernández-Betancourt, S. (2013). Mamíferos terrestres de la península de Yucatán, México: riqueza, endemismo y riesgo. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 84(3), 1-21. <https://doi.org/10.7550/rmb.33285>.
- Toledo, V., Barrera-Bassols, N., García-Frapolli, E., & Alarcón-Cháires, P. (2008). *Etnoecología de los mayas yucatecos*. Red Utopía A.C. 14.
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2021). The IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2017. <https://www.iucnredlist.org>
- Villamagua, G. (2017). Percepción social de los servicios ecosistémicos en la microcuenca El Padmi, Ecuador. *Revista Iberoamericana de Economía Ecológica*, 27, 102-114. [https://ddd.uab.cat/pub/revibec/revibec\\_a2017v27/revibec\\_a2017v27p102.pdf](https://ddd.uab.cat/pub/revibec/revibec_a2017v27/revibec_a2017v27p102.pdf)
- Zamora-Crescencio, P., Flores-Guido, J., & Ruenes-Morales, M.R. (2009). Flora útil y su manejo en el cono sur. *Polibotánica*, 28, 227-250. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-27682009000200011](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682009000200011)

Cita bibliográfica: Brugnolli, R. M., Berezuk, A. G., Pinto, A. L., & Silva, C. A. da (2022). Calidad de las aguas superficiales en sistemas kársticos. Un estudio de la cuenca hidrográfica del río Formoso, Bonito, Mato Grosso do Sul – Brasil. *Investigaciones Geográficas*, (78), 107-129. <https://doi.org/10.14198/INGEO.20241>

# Calidad de las aguas superficiales en sistemas kársticos. Un estudio de la cuenca hidrográfica del río Formoso, Bonito, Mato Grosso do Sul – Brasil

*The quality of surface water in karst systems.  
A study on the River Formoso basin, Bonito, Mato Grosso do Sul – Brazil*

Rafael Brugnolli Medeiros<sup>1\*</sup> 

André Geraldo Berezuk<sup>2</sup> 

André Luiz Pinto<sup>3</sup> 

Charlei Aparecido da Silva<sup>4</sup> 

## Resumen

Analizar las particularidades que rodean un sistema kárstico es el objetivo principal de este estudio. La cuenca del río Formoso presenta desequilibrios en la relación sociedad-naturaleza, que se materializan en el uso de los cursos hídricos, cuya belleza escénica de sus aguas viene presentando un aumento de su turbidez e indicios de contaminación. Por esta razón este trabajo se propone analizar y clasificar las aguas superficiales según la resolución del Consejo Nacional del Medio Ambiente, un instrumento de la legislación ambiental brasileña. Se analizaron los parámetros físico-químicos y la velocidad del flujo en treinta y seis puntos de colecta. Los resultados demuestran que las aguas insertas en este karst presentan concentraciones químicas de calcio, magnesio y carbonato, que condicionan en ellas particularidades especiales como son: alta conductividad, alcalinidad y baja turbidez. En contrapartida, hay puntos donde se registra contaminación por monocultivos, pastos y zonas urbanas. Se considera que el estudio y sus resultados contribuirán en tres sentidos: en la comprensión de las particularidades que rigen el agua que atraviesa el karst; en los impactos del uso antrópico sobre los recursos hídricos; y en la planificación territorial en un karst que tiene importantes valores ambientales, turísticos, económicos y sociales para el estado de Mato Grosso do Sul, Brasil.

**Palabras clave:** caracterización de las aguas superficiales; sistema kárstico; uso y cobertura del suelo en Brasil; transparencia de las aguas superficiales.

## Abstract

The main objective of this research is to analyse the unique aspects of a karstic system. The River Formoso watershed presents an unbalanced social-nature relationship because of the use of its drainage and its scenic beauty is threatened because of increased turbidity and other signs of pollution. This work analyses and classifies the surface waters in the area according to the Brazilian Environmental Council recommendations (physicochemical parameters and flow velocity were analysed from 36 collection

1 Universidad del Estado de Maranhão, São Luís, Brasil. [rafael\\_bmedeiros@hotmail.com](mailto:rafael_bmedeiros@hotmail.com). \* Autor para correspondencia

2 Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Federal da Grande Dourados. Dourados, Brasil. [andreberzuk@ufgd.edu.br](mailto:andreberzuk@ufgd.edu.br).

3 Universidad Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, Brasil. [andrepintofontanetti@gmail.com](mailto:andrepintofontanetti@gmail.com).

4 Facultad de Ciencias Humanas. Universidad Federal da Grande Dourados. Dourados, Brasil. [chgiu@hotmail.com](mailto:chgiu@hotmail.com).

points). The results indicate that waters arriving in this karstic system show chemical concentrations of calcium, magnesium, and carbonate, which account for high conductivity, alkalinity, and low turbidity. However, there is evidence of contamination from monocultures, cattle farms, and urban areas). The results of this research can be useful in three main ways: understanding aspects that influence the water quality of a karst area; understanding the environmental impacts related to the anthropic use of water in the study area; and assisting in the territorial planning strategies of this area – which features important environmental, touristic, economic, and social values for the state of Mato Grosso do Sul, Brazil.

**Keywords:** surface water characterization; karst system; land use and land cover in Brazil; surface water transparency.

## 1. Introducción

Este artículo analiza un sistema kárstico único en el estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. La cuenca hidrográfica del río Formoso (CHRF), está ubicada en la región que incluye la ciudad de Bonito, que representa la idea de naturaleza preservada ligada a la belleza escénica de sus aguas superficiales. Sin embargo, es una cuenca donde sus paisajes han sido alterados por las actividades antrópicas actuales, especialmente el monocultivo de soya y los pastos, que concentran el 52% de su superficie total.

Introduciendo este estudio con los aportes de la Geografía Física, más específicamente de las Geociencias y de la Hidrogeografía, surge una creciente preocupación por la disponibilidad y calidad de las aguas y la comprensión de las cuencas hidrográficas desde una perspectiva integradora, con sus componentes naturales y la sociedad interrelacionados, que se presenta como una cuestión necesaria e inevitable para el sustento de la sociedad humana y para lograr un desarrollo sostenible en nuestro planeta.

La relación entre la sociedad y la naturaleza proporciona un enfoque adecuado para establecer modelos de planificación integrada del territorio en los cuales los componentes naturales y sociales sean analizados en el contexto de sus relaciones sistémicas. Razón que apoya la consideración de la cuenca hidrográfica como unidad fundamental para la gestión del territorio y para la optimización de los usos múltiples de los recursos naturales y humanos.

Un hecho que genera en las cuencas una (re)definición y (re)estructuración de sus elementos naturales, dejándolas potencialmente degradadas debido al uso y ocupación desordenada. La comprensión de dicha dinámica es fundamental para los estudios desarrollados en el ámbito de la ciencia geográfica, tanto en su investigación básica como aplicada.

Esta afirmación no difiere de la dinámica de Mato Grosso do Sul (centro-oeste brasileño), estado en el que hay una inserción masiva de actividades económicas que alteran significativamente la dinámica y las interrelaciones de los componentes en sus cuencas hidrográficas. El monocultivo en Mato Grosso do Sul está relacionado, desde finales del siglo XX, con la implantación de cultivos comerciales (agronegocio), que en el caso del suroeste del estado (región de Bonito), está representado por la soya.

Ante el avance de la antropización y la consecuente presión sobre los recursos naturales, se incrementa la necesidad de comprender esta relación (sociedad y naturaleza) y tratar de minimizar los posibles problemas ambientales resultantes, debido a la importancia de estos estudios en Brasil, especialmente en las cuencas hidrográficas kársticas, es fundamental. Estas zonas están sometidas a diversos peligros, entre ellos: la disolución química acelerada de las rocas calizas y, en consecuencia, la propensión al hundimiento del terreno; el incremento de las actividades recreativas, el turismo, el riego, la agricultura, el uso de pesticidas, la minería, el vertido de efluentes y el enturbiamiento de los ríos, entre otros. Todos estos se vuelven perjudiciales para el karst si no se toman medidas para su gestión.

Frente a estos problemas, los sistemas fluviales kársticos en particular, presentan algunas particularidades en que los impactos son más evidentes, tanto en los procesos superficiales como subterráneos. Por esta razón el uso sostenible de los recursos hídricos en zonas kársticas, especialmente sometidas a la intensa presión ejercida por la sociedad, es esencial. En este debate, el sector agrícola entra con vehemencia, especialmente porque es una importante fuente de ingresos para gran parte de las regiones kársticas (Van Beynen et al., 2012). Así, la gestión de los recursos hídricos en las mismas se convierte en algo importante para mantener el equilibrio, la cantidad y la calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

La información recopilada sobre los temas abordados en este artículo y sobre el área de estudio, permite señalar que la gran mayoría de los estudios recientes relacionados con el agua en regiones kársticas

se refieren a los aspectos hidrogeológicos, entre ellos destacan los trabajos de Ravbar (2004), Goldscheider & Drew (2007), Krešić (2013), Stevanović (2015), De Waele et al. (2015), Parise et al. (2015), Kalhor et al. (2019), entre otros. Son pocos los estudios que abordan el análisis de las aguas superficiales en las regiones kársticas, como Wu et al. (2009) y Brugnolli (2020); menos aún son los estudios que se encaminan a comprender la íntima relación entre el uso antrópico y las aguas superficiales en estos sistemas raros, complejos y sensibles.

Las particularidades de estas cuencas condicionan el flujo del agua hacia los conductos y fracturas de las rocas. Esta relación origina las particularidades de las aguas superficiales kársticas que tienen en su esencia aspectos ligados a su hidrogeología. El carbonato de calcio  $\text{CaCO}_3$  y de magnesio  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , que por la reacción de hidrólisis de la calcita da lugar al bicarbonato de calcio ( $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ ), están presentes en las aguas superficiales que, a su vez, presentan un carácter alcalino-térreo y cálcico-magnesiano, además de aumentar la conductividad eléctrica por la influencia de las reacciones químicas de la disolución de estas rocas. Lo que hace que los sistemas fluviales hasta en situaciones naturales no se comporten según lo recomendado por el Consejo Nacional de Medio Ambiente (CONAMA), en la Resolución 357/2005, sobre las directrices ambientales para la clasificación de los mismos.

El CONAMA es el órgano ambiental brasileño responsable de la adopción de medidas de conservación/preservación de la naturaleza y tiene entre sus reglamentos, la resolución 357/2005 que es la norma que establece los parámetros ambientales para la clasificación de los cursos fluviales y las recomendaciones para su uso. Según Machado et al. (2019) y Padovesi-Fonseca & Faria (2020) existen diversos principios detrás de esta clasificación, por esta razón que es necesario entender no sólo las variables utilizadas en el propio proceso, sino además las condiciones ambientales, ecológicas y biológicas que mediante sus relaciones y dinámica pueden afectar los parámetros analizados.

Así, no interpretar y no tomar en cuenta las particularidades kársticas de una cuenca condiciona la mala gestión del agua, tanto superficial como subterránea (Parise, 2012). Debido a esto el uso sostenible de los recursos hídricos kársticos, debido a la intensa presión ejercida por la sociedad humana es muy importante. En este debate, el sector agrícola entra de manera especial porque es una importante fuente de recursos para gran parte de los territorios kársticos especialmente tropicales (Van Beynen et al., 2012).

Se observa que el monocultivo comercial está entrando cada vez más en estos sistemas, y en la CHRF mostró un aumento del 658% en el área de cubierta por plantaciones de soya desde 1980 hasta el año 2017. La fertilidad de sus suelos y la poca pendiente, hacen que los cultivos sean la actividad económica más importante en estos espacios, lo que contribuye significativamente al agotamiento directo y/o indirecto de estos paisajes y de sus recursos hídricos (Gillieson & Thurgate, 1999; De Waele et al., 2011; Van Beynen & Van Beynen, 2011).

### 1.1. Problemática, hipótesis y objetivo

Dado que la CHRF presenta las particularidades que son propias a los territorios kársticos tropicales, surgen importantes preguntas sobre sus aguas superficiales, por ejemplo: ¿el análisis de las aguas aportará información capaz de identificar la inestabilidad de dichos paisajes? ¿Cómo este estudio puede contribuir a mejorar la calidad y la resiliencia de esta sensible y compleja cuenca hidrográfica? ¿Los parámetros físico-químicos no aceptables están influidos por el sustrato o por otros componentes, como el uso antrópico? ¿Y en qué medida la turbidez puede afectar el contexto ambiental, social y económico del municipio? Estas son cuestiones que permean el estudio de este ambiente kárstico en contraposición con el uso y ocupación del suelo y la legislación ambiental vigente en Brasil.

Estas preguntas sin respuesta y sin propuestas efectivas para la mejora de la calidad ambiental de la CHRF han transformado una zona conocida mundialmente por sus aguas cristalinas, cada vez más utilizada para el turismo de naturaleza en Brasil, en una cuenca impactada y, en cierta medida, de cada vez más difícil y lenta reversión. Por esta razón este estudio que ahora se presenta puede aportar la concepción de su “*modus operandi*”, como soporte indispensable para su uso y gestión sostenible.

Desde esta perspectiva, el trabajo tuvo como objetivo monitorear y analizar la calidad de las aguas superficiales en la CHRF, según la clasificación presentada en la resolución 357/2005 del CONAMA, en el año 2017. Así, se buscó no sólo evaluar los cauces principales, sino estudiar todos sus afluentes, lo que aporta información para conocer la calidad ambiental, especialmente la calidad del agua, con el fin de elaborar propuestas más eficaces para mejorar el contexto ambiental, turístico y socioeconómico de Bonito (MS).

## 1.2. Condiciones ambientales del sistema fluvial: calidad y clasificación de los recursos hídricos

Considerar las cuencas hidrográficas como unidades de estudio es un punto clave para comprender la importancia que tienen los recursos hídricos en el sistema ambiental. Las particularidades de las cuencas son consecuencia de la manifestación de sus componentes, sus interacciones físicas y socioeconómicas, es decir, sus procesos dinámicos. Por esta razón se analizaron los recursos hídricos como uno de los elementos donde se encontraron los resultados de estas interacciones.

Tales relaciones son caracterizadas y calificadas de acuerdo con las normas establecidas por la sociedad, que a partir de estudios orientados a comprender el comportamiento e interacción de los elementos que componen las cuencas, formulan los aspectos legales que buscan mitigar y/o prevenir la degradación ambiental de las mismas. Con relación a la Política Pública Nacional vigente, relacionada con la preservación, conservación y mantenimiento de las fuentes de agua, se analizó la Ley 9.433/1997, que resultó a partir de sus instrumentos, en la formulación de nuevas regulaciones, como son: la Resolución CONAMA n° 357/2005 y la Resolución CONAMA n° 430/2011, entre otras.

La Resolución n° 357/2005 del CONAMA se encarga de la clasificación de los recursos hídricos, y es un ejemplo de reglamento que determina, según su artículo 7, las normas de calidad del agua, estipulando los límites admisibles para cada sustancia. Este instrumento pretende garantizar que la calidad del agua sea compatible con los usos más exigentes a los que se destina, así como reducir los costos de la lucha contra la contaminación del agua, mediante acciones preventivas permanentes (Brasil, 1997).

A nivel del estado, Mato Grosso do Sul se apoya en la Deliberación del Consejo Estatal de Control Ambiental n° 36/2012 para la clasificación de los recursos hídricos en clases, que, según su Art. 8, compete al Instituto Ambiental del Mato Grosso do Sul (IMASUL), quien analiza y evalúa los parámetros de calidad del agua. Además, los valores máximos de las normas relacionadas con la misma son similares a los expuestos por la Resolución 357/2005, donde la Clase Especial gana protagonismo, ya que se prohíbe el vertido de efluentes, aunque sean tratados (Alves, 2019).

Con este fin, el marco regulatorio debe desarrollarse de acuerdo con los Planes de Recursos Hídricos de la Cuenca Hidrográfica, estableciendo el diagnóstico y las metas propuestas en relación con las alternativas de uso, así como los programas de efectividad y sugerencia de cambios (Brasil, 1997). Desde esta perspectiva, los Planes de Recursos Hídricos son la base de la Política Nacional de Recursos Hídricos (Ley 9433/1997) y aportan datos e información de suma relevancia para la elaboración de las nuevas regulaciones, acciones de mitigación de la degradación socioeconómica e intervención en los conflictos preexistentes causados por el uso múltiple del agua, entre otros aspectos.

En Mato Grosso do Sul, IMASUL es responsable de la elaboración, actualización y aplicación del Plan Estatal de Recursos Hídricos, que reúne a los órganos estatales y municipales y a la sociedad civil. En el caso de la cuenca hidrográfica del río Formoso, este corresponde al Comité Estatal del río Miranda, aprobado en el año 2005 mediante la Resolución CERH n° 002/2005, donde la Agencia Nacional del Agua (ANA) y el Comité también pueden actuar para actualizar los planes y manejar los recursos hídricos. Según IMASUL (s/f), la etapa preparatoria para la creación de dicho comité se inició en 2001, a través de las acciones del Consorcio Intermunicipal para el Desarrollo Integral de las Cuencas Hidrográficas de los ríos Miranda y Apa en conjunto con la Secretaría de Recursos Hídricos del Ministerio del Medio Ambiente.

Teniendo en cuenta los instrumentos normativos utilizados, se puede percibir la fuerza de los instrumentos y directrices en Mato Grosso do Sul, sin embargo, sigue siendo un estado que carece de su aplicación. Las políticas públicas continúan influenciadas por el avance de las actividades económicas, la propia Zonificación Ecológico-Económica (2009) del estado y, a nivel local, el Plan Director Municipal de Bonito (2010) - Ley n° 85 del 1 de diciembre de 2010 - sitúa al municipio en cuestión como una zona propicia para el avance del agronegocio, dejando de lado las debilidades inherentes a esa región.

Este enfoque desarrollista trae consigo un uso depredador de los recursos naturales y, en particular, de la mayor riqueza que tiene el territorio: el agua. Esta visión simplista del agua como un bien con valor económico tiende a identificarla como una *commodity*. Hechos que comprometen la dinámica de las cuencas hidrográficas y se desconectan de una de las condiciones básicas establecidas en la Constitución Brasileña (Brasil, 1988), que es garantizar un “medio ambiente ecológicamente equilibrado” y una “calidad de vida saludable”, para “las generaciones presentes y futuras”.

Debido a esto, trabajar para formular directrices dirigidas a la utilización de los distintos usos del agua, evaluando las necesidades de cada usuario y la resiliencia de los recursos hídricos frente a dichos

usos, entre otras variables, se convierte en una tarea ardua y compleja. En Mato Grosso do Sul, existen muchos conflictos por los usos del agua y su clasificación actúa como uno de los instrumentos presentes en el PNRH para minimizar los mismos y establecer las reglas para su uso.

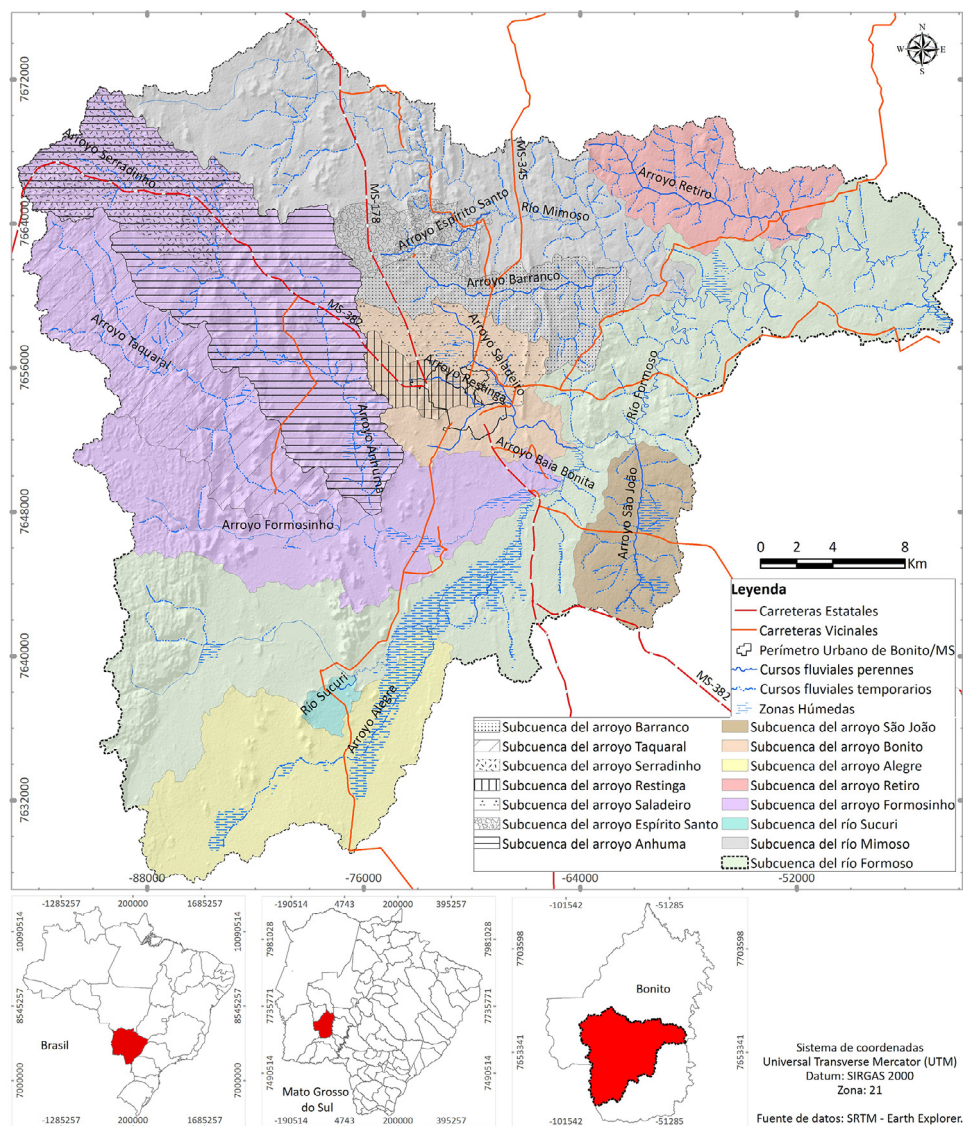
En ese sentido, investigaciones como esta y otras realizadas en el estado, como son: Oliveira et al. (2011), Pinto et al. (2014), Lelis et al. (2015), Alves (2019), se encaminan a evaluar la situación actual de los recursos hídricos y aplicar y/o formular nuevos instrumentos para la ordenación territorial, especialmente ante el avance antrópico, considerado bajo la perspectiva de la sociedad. La minimización de sus presiones favorece la mejora de la calidad ambiental y social de una cuenca hidrográfica.

## 2. Metodología

### 2.1. Área de Estudio

La cuenca está ubicada en el municipio de Bonito, al suroeste del estado de Mato Grosso do Sul (Figura 1), y un área de 1.324,67 km<sup>2</sup>, y con sus fuentes en varios manantiales situados en el Parque Nacional Serra da Bodoquena, un importante y rico reservorio de agua subterránea que a través de varias resurgencias kársticas drena las aguas hacia la planicie oriental (CHRF).

Figura 1. Ubicación de la cuenca del río Formoso, Bonito/MS – Brasil



Fuente: SRTM – Earth Explorer (2000). Elaboración propia

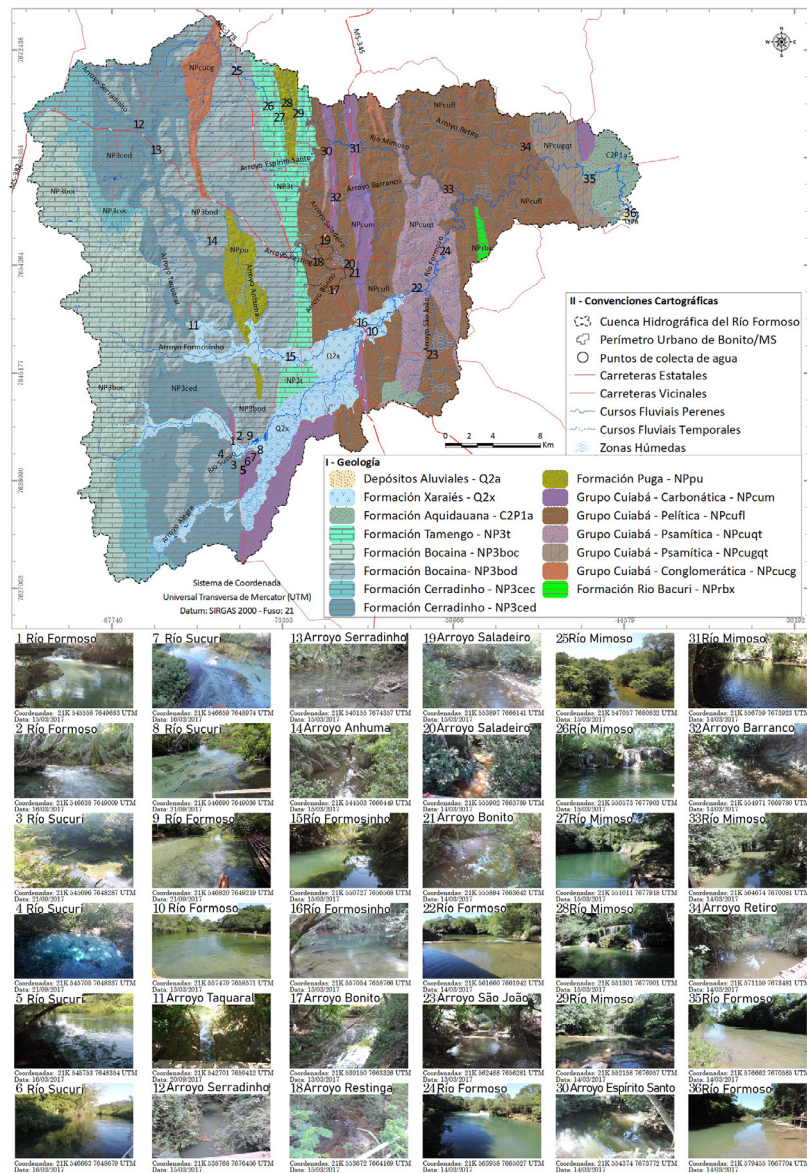
## 2.2. Materiales y Métodos

La metodología se inició con la definición de los puntos de colecta de las aguas superficiales *in situ* a lo largo de dos estaciones del año 2017 (lluviosa y seca). La idea inicial fue separar del análisis sólo los principales recursos hídricos y/o atractivos turísticos, lo que se hace comúnmente en los estudios sobre Bonito, como Silva (2015) y Lelis et al. (2015), ambas enfocadas en el ámbito del turismo.

Por esta razón se buscó una interpretación de los recursos hídricos de la cuenca: siendo escénicos o no; en terrenos kársticos o terrígenos; puntos rodeados de pastos, cultivos y vegetación forestal; y puntos susceptibles de contaminación como la proximidad a la planta de tratamiento de aguas residuales, la zona urbana y lugares de interés turístico, entre otros. Es decir, lugares y actividades que acaban transmitiendo información para que se pueda conocer la dinámica fluvial de la cuenca.

Se analizaron treinta y seis puntos de colecta, que abarcan los ríos Formoso, Mimoso y Sucuri y los arroyos Formosinho, Serradinho, Taquaral, Anhuma, Saladeiro, Barranco, Espírito Santo, São João, Retiro, Bonito y Restinga (Figura 2). El único manantial que no contó con puntos de colecta fue el arroyo Alegre, que estaba seco en ambos periodos.

Figura 2. Localización de los puntos de colecta de aguas superficiales y la geología del CHRF

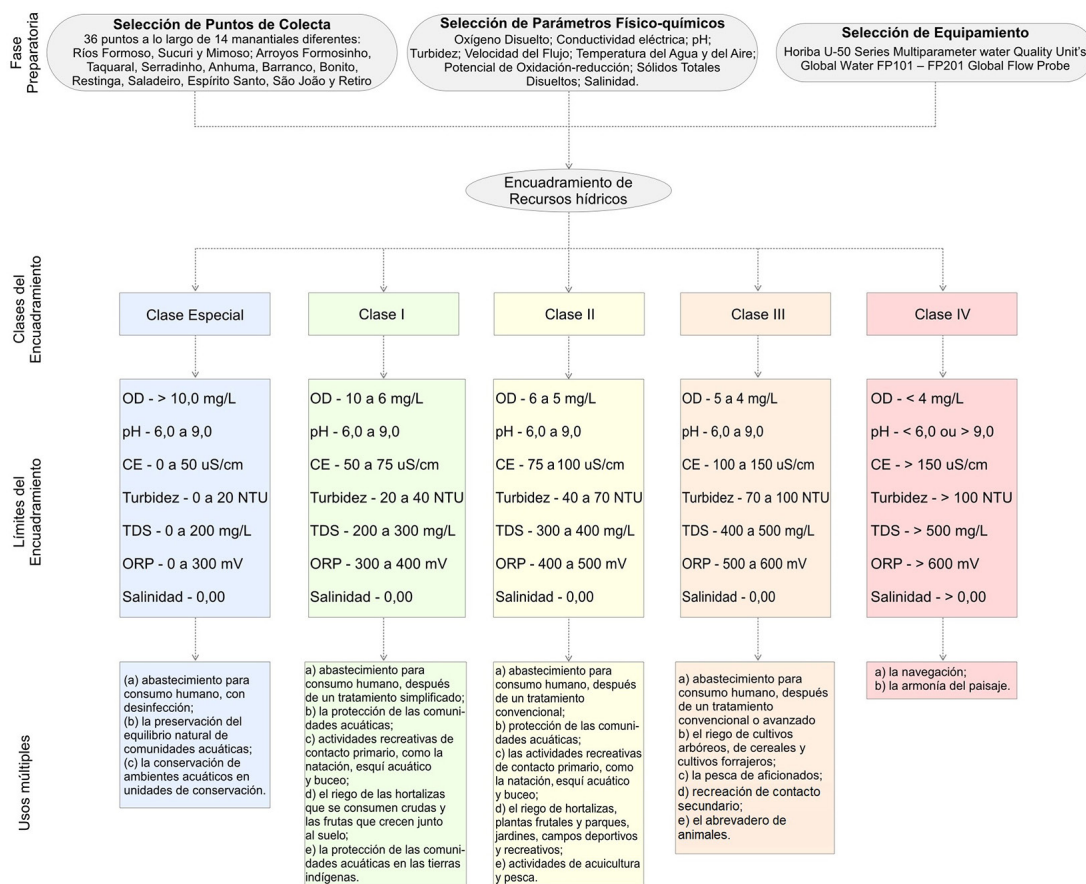


Fuente: SRTM – Earth Explorer (2000); CPRM (2006). Elaboración propia



El análisis de la calidad de las aguas a lo largo de estos puntos tomó en cuenta cuatro aspectos principales: parámetros físicos (turbidez, temperatura, conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales); parámetros químicos (oxígeno disuelto, potencial de hidrógeno, potencial de oxidación-reducción y salinidad); interpretación de la velocidad de las aguas superficiales y el encuadramiento de los recursos hídricos de la CHRF.

Figura 3. Metodología para la clasificación de las aguas superficiales de la CHRF, Bonito/MS



Fuente: Adaptada de CONAMA (2005) y Brugnolli (2020). Elaboración propia

Es importante señalar que dichos parámetros fueron seleccionados mediante criterios preestablecidos como: el oxígeno disuelto (OD), considerado como el principal indicador de la calidad del agua, ya que muestra la cantidad de materia orgánica y contaminantes en el medio acuático, y la reducción de este elemento tiene una respuesta negativa para los organismos vivos presentes en el sistema fluvial; el potencial de hidrógeno (pH), la conductividad eléctrica (CE) y los sólidos totales disueltos (TDS) fueron utilizados por la presencia de aguas alcalinas, con alta conductividad eléctrica y sólidos disueltos, de modo que la comprensión de estos parámetros permite evaluar el papel del karst en la dinámica fisicoquímica de las aguas; la temperatura del agua es importante porque es un factor que incide en la regulación de las particularidades físicas y bióticas de los sistemas fluviales, acelera las reacciones químicas, reduce la solubilidad de los gases y acentúa el olor, estando también relacionada con la posible pérdida de la vegetación ribereña, que produce un aumento de la temperatura del agua y una disminución de la capacidad de solución del oxígeno; la turbidez fue elegida porque es lo principal parámetro que llama la atención de las aguas kársticas; su alta transparencia es importante para la entrada de la luz solar y favorece la fotosíntesis de la vegetación acuática; la velocidad fue seleccionada por la influencia que tiene en la oxigenación del agua; el potencial de oxidación-reducción (ORP) fue seleccionado por la influencia que tiene en la pérdida o recepción de electrones cuando hay algún tipo de contaminación y proliferación bacteriana; y la salinidad expresa la densidad del agua, la fauna y la flora de su entorno y sobre todo los potenciales usos del agua por la sociedad.

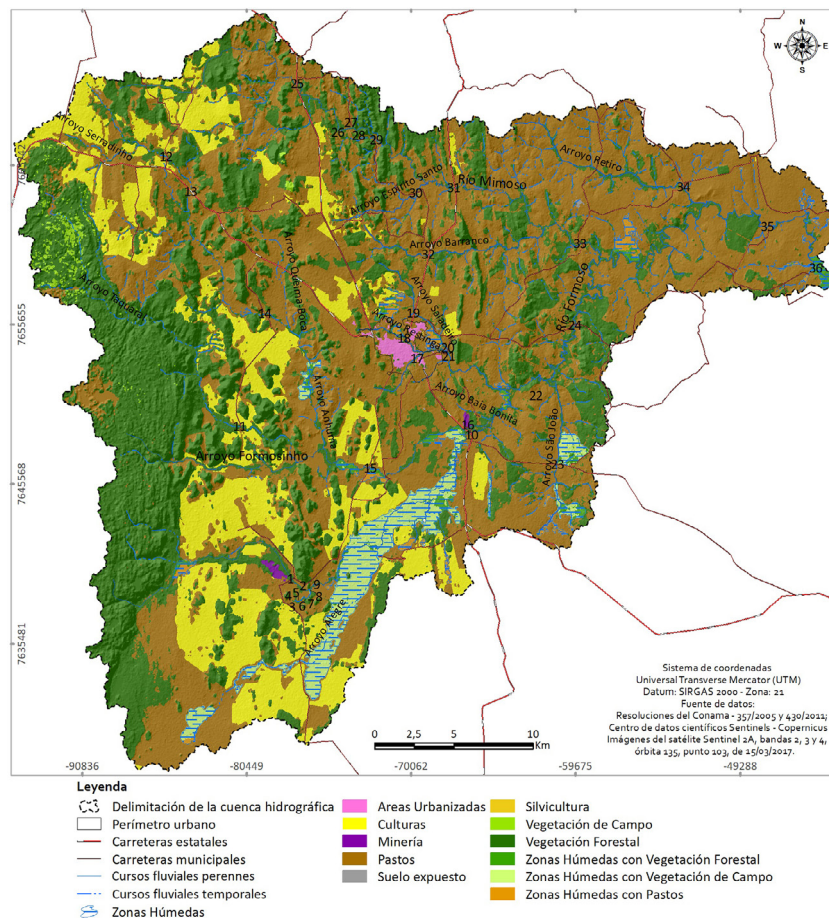
Para estos análisis fueron utilizados el *Horiba U-50 Series Multiparameter water Quality Unit's*, y para la obtención de la velocidad de flujo, fue empleado el equipo *Global Water FP101 - FP201 Global Flow Probe*. La última etapa consistió en la clasificación de las aguas según la resolución 357/2005 del CONAMA. La Figura 3 muestra los límites para la clasificación de las aguas dulces brasileñas. Dichos parámetros pueden identificar la contaminación de los recursos hídricos, y el resultado encontrado fue decisivo para los objetivos de este estudio.

Cabe señalar que la resolución de CONAMA (357/2005) presenta las restricciones para cada una de las clases, siguiéndose, en este estudio, estrictamente las mismas clases e intervalos establecidos en la misma. Sin embargo, hay que destacar que la propia legislación no explica cómo se realiza esta clasificación, así, es posible seguir tres líneas de análisis: utilizando el parámetro más restrictivo (Alves, 2019); utilizando la media entre los parámetros (Oliveira, 2014; Silva et al., 2014; Lelis et al., 2015; Silva, 2015); o empleando uno de los parámetros (normalmente el OD) como principal indicador y quien define las clases (Pinto et al., 2014). Así, teniendo en cuenta las particularidades kársticas y el método aplicado, se decidió utilizar las medias, empleando para la clasificación el valor medio entre todos los parámetros analizados en cada punto de colecta.

### 3. Resultados

Los resultados se basaron en la medición del OD, la CE, la turbidez, el pH, la temperatura, el ORP, los TDS, la salinidad y la velocidad del agua. Simultáneamente, se abordó la relación de estos puntos con los sistemas kársticos y las rocas terrígenas, señalados como potenciales modificadores de los parámetros físico-químicos de la CHRF (Tabla 1), junto con la influencia de los usos y ocupación del suelo existentes en la cuenca (Figura 4).

Figura 4. Uso y ocupación del suelo de la CHRF (2017)



Elaboración propia

Tabla 1. Resultados del análisis de los parámetros de calidad del agua y sus respectivas clasificaciones en la CHRf en 2017

	Recurso Hídrico	OD (mg/L)		CE (µS/cm)		pH		Turb. (NTU)		Veloc. (m/s)		Temp. Ar (°C)		Temp. Agua (°C)		ORP (mV)		TDS (mg/L)		Salin. (%)		Enquad.	
		Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.	Ver.	Inv.
1	Río Formoso	8,35	6,96	428,50	154,00	8,14	7,03	4,69	0,76	1,94	4,31	30,08	27,76	27,08	25,28	165,50	104,00	278,50	100,00	0,02	0,01	I	I
2		9,37	9,19	477,00	166,00	7,05	7,63	0,94	1,54	40,83	31,94	27,32	25,44	26,06	23,19	173,00	184,00	308,00	107,00	0,02	0,01	I	I
3	Río Sucuri	8,88	8,43	538,00	284,00	7,50	7,02	0,55	0,19	0,83	0,08	28,36	24,57	26,21	24,50	200,00	197,00	344,00	120,00	0,03	0,02	I	I
4		5,03	6,51	538,00	281,00	7,79	5,08	0,62	0,64	0,01	0,01	27,25	24,77	25,47	23,08	192,00	213,00	345,00	118,00	0,03	0,02	II	II
5		6,17	9,11	539,00	215,00	7,70	6,01	0,73	0,35	7,08	10,97	26,60	23,67	24,77	24,26	163,00	228,00	344,00	118,00	0,03	0,02	I	I
6		8,44	9,13	539,00	191,00	7,92	7,12	0,88	0,39	19,17	23,75	29,31	26,13	25,31	24,60	151,00	212,00	344,00	117,00	0,03	0,01	I	I
7		8,17	9,65	537,00	182,00	7,73	7,12	0,16	0,45	18,33	15,00	28,02	25,56	25,27	24,65	155,00	186,00	346,00	118,00	0,03	0,01	I	I
8		7,70	8,89	481,00	175,00	7,50	7,72	0,83	0,45	8,05	9,72	26,92	24,72	26,03	24,04	171,00	168,00	312,00	114,00	0,02	0,01	I	I
9	Río Formoso	8,34	10,42	267,85	180,00	7,45	7,37	0,92	0,55	9,73	22,22	27,39	25,89	25,55	24,65	176,00	199,00	324,50	116,00	0,03	0,01	I	Esp.
10		8,79	9,44	463,33	165,33	8,53	7,95	1,06	2,15	9,12	8,03	27,83	24,78	27,16	23,81	240,00	146,33	307,33	107,33	0,02	0,01	I	I
11	Arroyo Taquaral	*	3,45	*	185,00	*	7,78	*	3,18	*	0,00	*	25,16	*	24,65	*	202,00	*	121,00	*	0,01	*	II
12	Arroyo Serradinho	7,41	8,41	543,00	183,00	8,20	7,94	11,60	6,24	0,03	0,57	34,85	25,62	27,84	26,96	285,50	186,00	347,50	118,00	0,03	0,01	I	I
13		*	7,35	*	143,00	*	8,18	*	1,81	*	15,83	*	27,08	*	23,98	*	175,00	*	193,00	*	0,01	*	I
14	Arroyo Anhumã	*	7,45	*	204,00	*	7,74	*	1,24	*	0,08	*	25,17	*	23,62	*	204,00	*	123,00	*	0,01	*	I
15	Arroyo Formosinho	6,67	6,81	603,00	213,00	8,18	7,61	1,72	0,65	3,13	5,83	32,67	25,62	27,65	24,56	272,00	171,00	393,00	139,00	0,03	0,01	I	I
16		9,00	8,68	554,50	185,00	7,75	7,71	1,31	1,24	3,64	15,28	28,65	33,51	26,94	27,38	296,50	182,00	354,50	120,00	0,03	0,01	I	I
17	Arroyo Bonito	6,71	3,04	727,67	262,50	7,70	7,84	7,14	1,87	10,44	7,43	28,02	28,69	28,32	27,35	182,67	131,00	465,33	169,50	0,04	0,01	II	II
18	Arroyo Restinga	6,26	3,99	709,50	225,50	8,44	8,01	4,21	0,73	25,00	12,50	28,16	25,32	27,37	24,67	321,50	158,00	429,50	146,00	0,04	0,01	II	II
19	Arroyo Saladeiro	8,63	6,24	616,00	236,00	8,39	7,77	6,08	1,17	5,28	4,17	29,99	25,55	29,19	24,71	282,00	162,00	394,50	154,00	0,03	0,01	I	I
20		6,59	5,99	324,50	222,00	8,16	7,76	41,40	6,88	0,25	0,97	31,05	24,35	28,52	22,85	334,50	126,50	210,50	244,50	0,02	0,01	II	II
21	Arroyo Bonito	6,42	6,77	569,50	303,00	7,95	7,47	10,97	2,32	8,06	0,22	26,42	25,20	26,25	24,56	294,50	175,00	404,50	249,00	0,03	0,02	II	II
22	Río Formoso	7,90	8,63	467,33	170,33	6,16	7,92	2,16	0,69	8,38	11,26	26,05	23,60	26,42	23,73	244,33	140,67	304,33	111,33	0,02	0,01	I	I
23	Arroyo São João	7,48	7,40	63,67	23,00	7,97	7,84	42,50	21,51	0,21	10,84	31,02	39,53	28,16	30,44	455,00	148,00	39,33	15,00	0,00	0,00	I	Esp.
24	Río Formoso	6,70	9,19	465,50	165,00	7,60	8,08	2,10	1,35	15,56	11,67	27,05	25,11	27,12	24,74	242,50	129,00	306,00	106,00	0,02	0,01	I	I
25	Río Mimoso	6,45	5,09	615,00	234,00	8,50	8,03	5,61	1,89	0,03	0,08	27,69	24,97	28,46	26,30	291,00	178,00	394,50	152,00	0,03	0,01	I	I
26		8,50	7,92	620,00	229,00	8,14	8,03	2,11	1,66	0,14	0,28	26,34	24,92	26,89	23,50	317,00	203,00	396,00	249,00	0,03	0,01	II	I
27		9,41	7,63	605,00	217,00	8,17	8,01	0,81	2,78	0,03	0,08	26,83	24,27	26,77	23,56	301,00	198,00	387,00	142,00	0,03	0,01	II	I
28		8,90	6,82	588,00	211,00	8,24	7,99	1,50	1,05	0,03	0,08	26,92	23,89	27,02	22,89	301,00	202,00	376,00	135,00	0,03	0,01	II	I
29		8,92	9,30	553,00	194,50	8,35	8,12	2,11	3,67	10,83	21,81	28,44	26,78	29,35	24,60	249,00	142,50	354,00	127,50	0,03	0,02	I	I
30	Arroyo Espírito Santo	8,39	6,67	702,00	251,50	8,28	7,82	5,03	4,04	2,85	13,40	29,17	25,49	27,33	23,60	450,00	155,50	449,50	163,50	0,03	0,02	II	I
31	Río Mimoso	7,52	7,30	632,50	215,50	8,27	7,92	3,69	1,88	4,03	7,57	28,91	25,11	28,91	24,57	262,00	152,50	404,50	140,00	0,03	0,02	II	I
32	Arroyo Barranco	6,39	5,01	512,00	244,50	8,37	7,95	4,15	2,04	0,03	0,06	28,67	25,05	28,43	24,95	274,50	156,00	327,50	159,00	0,02	0,02	I	I
33	Río Mimoso	6,40	7,18	623,00	218,00	8,57	8,04	7,39	3,09	0,17	0,08	31,49	28,71	30,31	26,30	293,00	150,50	402,00	141,50	0,03	0,02	II	I
34	Arroyo Retiro	3,97	3,78	327,50	124,50	8,38	8,21	43,65	21,13	0,03	0,06	30,43	25,70	29,55	26,53	442,00	146,50	312,50	81,00	0,01	0,03	III	II
35	Río Formoso	8,11	8,67	431,50	157,00	8,13	7,95	3,73	2,79	10,19	16,39	28,66	24,67	28,95	25,17	225,00	149,00	280,50	102,00	0,02	0,01	I	I
36		9,69	8,29	434,50	156,50	8,25	7,97	6,42	3,32	15,69	27,36	30,13	26,37	30,04	25,54	214,00	145,00	582,50	102,00	0,02	0,01	II	I
	--	7,41	7,25	509,79	195,14	7,73	7,41	5,99	1,81	7,03	8,64	27,84	25,33	26,61	24,16	251,85	162,50	336,08	126,53	0,02	0,01	I	I

\* Canal Fluvial Seco.

Sistema kárstico  
 Sistema terrígeno  
 Clase Especial  
 Clase I  
 Clase II  
 Clase III  
 Clase IV

Elaboración propia

Los resultados parten del río Sucuri (con seis puntos de colecta), que desde sus fuentes difusas (punto 3) hasta la desembocadura (punto 8), presenta altos valores de OD (aspectos positivos para el sistema fluvial), por otro lado, el pH alcalino y la alta CE son el resultado del contacto con las rocas calizas de las formaciones Cerradinho y Xaraiés, que, debido a la gran cantidad de sales disueltas como el calcio y el magnesio, hacen que el agua sea salobre.

Cerca de este punto 3, hay una zona húmeda donde destacan varias resurgencias, una de ellas es el punto 4, que mostró una calidad del agua hasta cierto punto preocupante, especialmente en lo que se refiere al OD, ocasionada por la gran cantidad de vegetación acuática y hojas existentes (materia orgánica muerta), que al descomponerse consume oxígeno. Al mismo tiempo, el pH también se degrada debido a la materia orgánica, dejándolo fuera de los estándares aceptables de CONAMA (Clase IV). Esta descomposición, que se produjo antes de las lluvias de mayo (100 mm por encima de la norma climatológica), en el periodo en que el bicarbonato disuelto ya se ha agotado (acción del “efecto tampón”), hace que el pH disminuya antes de las precipitaciones. Las lluvias mejoran el nivel de OD, debido al aumento del flujo de agua y a la turbulencia de las mismas (que contribuye a la aireación), pero el pH aún no se restablece en invierno (septiembre) a niveles más alcalinos.

Estas particularidades quedan relegadas a un segundo plano cuando se analiza el río Sucuri. Llama la atención su transparencia, con los índices más bajos de toda la cuenca, incluso con un TDS elevado. Esto es resultado del pH alcalino que hace que los sedimentos sean más densos, decantándose en el lecho del río, lo que reduce su turbidez a niveles dentro de la Clase Especial. Su vegetación acuática también favorece la baja turbidez, ya que actúan como un filtro natural a la llegada de los sedimentos. Lo que es preocupante es que en todo su curso superior y medio está ocupado por cultivos y pastos y, de forma recurrente, sufre un aumento de la turbidez en la época de alta concentración de las lluvias. Desde esta perspectiva, Silva et al. (2014) afirman que el río Sucuri necesita un monitoreo sistemático, dado el aumento de agroquímicos en los cultivos cercanos.

Con un aspecto diferente del río Sucuri, el arroyo Taquaral (con un punto de colecta – Punto 11), perteneciente a la subcuenca del arroyo Formosinho, merece ser destacado en la CHRF porque sus fuentes se encuentran en las áreas preservadas del Parque Nacional Serra da Bodoquena. Sin embargo, en cuanto llega a los pólderes, los cultivos entran en las zonas de preservación permanente (ZPP) de algunos de sus afluentes temporales, lo que repercute en la calidad y cantidad de sus aguas superficiales. Sus parámetros presentaron índices que se desvían de lo aceptable según CONAMA, su OD fue del orden de 3,45 mg/L debido a la baja velocidad de sus aguas y la gran cantidad de materia orgánica existente, hizo que la clasificación del OD fuera de Clase IV.

Todavía, en esta subcuenca del arroyo Formosinho, el arroyo Serradinho (puntos 12 y 13) corren en un ambiente kárstico, que, debido a sus propiedades, le proporcionan baja turbidez de sus aguas. El punto 12 presenta una CE que se mantuvo alta y que, según CONAMA (2005), estarían encuadradas en la Clase IV, pero su turbidez (causada por la alta alcalinidad), el alto OD y el reducido ORP, favorecen a su clasificación en clases mejores.

Hay que señalar la preocupación por el volumen y la velocidad del flujo. Mientras uno presenta un gran volumen de agua, con alta velocidad y consecuente turbulencia y oxigenación (punto 12), el otro, el punto 13, durante el verano del 2017, permaneció seco. Esto fue resultado de la gran captación de aguas arriba de este punto para abastecer un centro de producción de alimento para el ganado lo que ocasiona un fuerte impacto al ecosistema de la subcuenca del arroyo Serradinho, no sólo al agua, sino también a su fauna y flora. Además, los cultivos de todas sus subcuencas avanzan hacia las regiones que bordean los cursos de agua y, a veces, invaden las zonas de vegetación forestal.

El arroyo Formosinho (con dos puntos de colecta, 15 y 16), presentó una reducción de la velocidad del flujo de agua en el primer punto monitoreado en esta subcuenca, el punto 15, con una disminución del OD y de la turbidez, en comparación con los demás puntos analizados, con 1,72 NTU y 0,65 NTU en verano e invierno, respectivamente, debido al largo contacto con las rocas carbonatadas de las Formaciones Bocaina y Cerradinho en el curso alto y de la Formación Xaraiés en el curso medio. Sólo se encontró en este punto, la elevación de la CE, a 603,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en verano y 213,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en invierno 2017, y la salinidad.

El OD del arroyo Formosinho mejoró a medida que se acercaba a su desembocadura (punto 16), ya que la ligera elevación de la velocidad del flujo de agua y las diversas cascadas existentes provocan

turbulencia y la consecuente oxigenación, lo que hizo que el OD se elevara a 9,00 mg/L y 8,68 mg/L, en las estaciones de verano e invierno, respectivamente. La subcuenca del arroyo Formosinho presenta extensas porciones de tierra ocupadas por cultivos de soya y sus riberas presentan una vegetación riparia típica del Cerrado y vestigios de la Mata Atlántica, con grandes árboles con extensos sistemas radiculares, que son eficaces para filtrar naturalmente los sedimentos de los cultivos, protegiendo y manteniendo la calidad del agua en niveles aceptables.

La subcuenca del arroyo Bonito, que incluye los arroyos Bonito (puntos 17 y 21), Restinga (punto 18) y Saladeiro (puntos 19 y 20), sufren la influencia de la zona urbana de la ciudad de Bonito y muestran que sus parámetros físico-químicos tienen profundas relaciones con la constante descarga de residuos sólidos y líquidos en sus cursos fluviales. Estos residuos son ricos en nutrientes y compuestos químicos, que provocan reacciones bioquímicas que consumen OD y aumentan la CE y la turbidez. Además, la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de Bonito, instalada en el arroyo Saladeiro, que vierte una gran cantidad de aguas residuales tratadas, y debido a su pequeño caudal y a la velocidad del flujo del agua, la autodepuración o dilución de estos contaminantes es lenta, interfiriendo sobre todo en el OD y la turbidez (punto de control 20).

Las mayores concentraciones de CE en el arroyo Saladeiro se deben a dos razones principales: la entrada de efluentes domésticos e industriales, y el paso de la red hidrográfica por rocas carbonatadas, que propician reacciones químicas particulares, haciendo que las aguas sean mejores conductoras de electricidad por la concentración de sales, que también influyen en la reducida turbidez y la alta alcalinidad. También ocurre el aumento del proceso de oxidación-reducción - ORP, que fue superior a 400mV, clasificando a este curso fluvial en la clase III de CONAMA. Cuanto mayor sea el potencial oxidoreducción (ORP) más deficiente es el saneamiento básico.

En el arroyo Restinga, afluente de la margen izquierda del arroyo Bonito, que corta la ciudad del mismo nombre, se constató la existencia de residencias en sus márgenes, que pueden estar arrojando residuos sólidos y líquidos directamente a este cuerpo de agua. Sin embargo, debido a que corre en rocas carbonatadas (que proporcionan, a pesar del bajo flujo, alta velocidad y turbulencia de sus aguas), no hubo una reducción significativa del OD en el verano. En invierno, la reducción de la velocidad y el volumen del agua da lugar a una mejora en la turbidez; sin embargo, hubo una fuerte reducción de la concentración de OD, hasta 3,99 mg/L, clasificándolo como clase IV. El arroyo de la Restinga es un importante afluente del arroyo Bonito (puntos 16 y 21) y desemboca en el río Formoso cerca de varios atractivos turísticos.

Sin la influencia antrópica de la zona urbana, el arroyo de São João (punto 23, en el curso medio de la CHRF), es uno de los arroyos (junto con el arroyo del Retiro, en el curso bajo) que responden a una de las preguntas que surgieron en este estudio: ¿es importante la influencia de la litología en la calidad físico-química de sus aguas superficiales? La subcuenca del arroyo São João se desarrolla sobre rocas terrígenas, en que las particularidades del agua son diferentes, pero no afectan necesariamente a su clasificación. Presentó una mayor turbidez, que alcanza 42,50 NTU en verano y baja a 21,51 NTU en invierno de 2017, por el contacto con rocas pelíticas del Grupo Cuiabá, además de que su fuente se encuentra en areniscas de la Formación Aquidauana.

Esto trae consigo una dinámica diferente para el desarrollo de actividades turísticas, no siendo un arroyo utilizado para este fin, pero aún así es esencial para mantener el equilibrio del complejo ecosistema de la cuenca del río Formoso, ya que su clasificación está en la Clase I y Especial, en los períodos de verano e invierno, respectivamente. Es necesario destacar, en este punto, la significativa reducción de los valores de CE, por no tener contacto con rocas carbonatadas, llegando a 63,67  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y posteriormente a 23,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

Continuando con el análisis de las aguas del curso medio y bajo, en la región norte de la cuenca existe una importante zona hidrográfica utilizada para el turismo de naturaleza por la existencia de cascadas y tufas calcáreas. Se trata de la cuenca hidrográfica del río Mimoso. La cual tiene particularidades, como son los altos niveles de alcalinidad, que dan lugar a la formación de importantes tufas calcáreas, uno de los principales atractivos turísticos de Bonito.

Estas tufas se diferencian de otras rocas carbonatadas por su contenido de calcio, que acaba formando, mediante la deposición de algas, vegetación e invertebrados en el lecho del río, incrustaciones con el flujo del agua alcalina. Boggiani et al. (2011) afirman que las tufas son extensas deposiciones modernas y antiguas, asociadas al carbonato de calcio disuelto en el agua, a la reducción de la turbidez y a la intensa

actividad biológica. Sin embargo, se trata de depósitos carbonatados fluviales frágiles y naturalmente erosionables, en los que su formación y estabilización dependen de las condiciones físico-químicas y biológicas de las aguas.

La cuenca del río Mimoso es una de las más afectadas cuando se producen lluvias concentradas, donde el aumento de la turbidez perjudica el desarrollo de estas tufas calcáreas y se erosionan las existentes. En el río Mimoso se colectaron muestras en siete puntos (25, 26, 27, 28, 29, 31 y 33), de los cuales en los puntos 26, 27 y 28, se encontraron grandes cantidades de aceites procedentes de cosméticos, como lociones bronceadoras y productos de protección solar en las aguas superficiales. Estos residuos aún no se evalúan como impactantes, ya que el volumen de agua es considerable, produciéndose su rápida auto-depuración. Sin embargo, es un factor que debería tomarse en cuenta, apuntando a una limpieza gradual de las proximidades de las márgenes, lugares donde se acumulan estos residuos.

El arroyo Espíritu Santo (punto 30), principal afluente del río Mimoso en volumen de agua, presentó una CE elevada (702,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  y 251,50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), explicada tanto por la influencia del sistema kárstico como por las evidencias de eutrofización en sus aguas. Hay una gran cantidad de materia orgánica debido a las plantaciones de soya, que en algunos casos desprotege al suelo y aporta sedimentos a los manantiales, lo que alteró el OD, la CE, el TDS y el ORP (450,00 mV y 155,50 mV) de las aguas. Las carreteras que atraviesan esta subcuenca concentran importantes puntos de erosión y necesitan un mejor mantenimiento y control, ya que el transporte de sedimentos hacia el río provoca un aumento de la turbidez, los TDS y la CE.

Una de estas carreteras da acceso al arroyo el Barranco (punto 32), que tiene un volumen de agua menos significativo, corre sobre rocas carbonatadas y debido a ello, su CE se mantiene alta con 512,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en verano y 244,50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en invierno. El OD tuvo un descenso considerable en sus valores (6,39 mg/L en verano y 5,01 mg/L en invierno), debido principalmente a la baja oxigenación causada por la baja velocidad del agua. Esta baja velocidad del flujo provoca que una gran cantidad de materia orgánica proveniente de las hojas que no son arrastradas por el curso fluvial, se acumule en este punto y absorba oxígeno. Hay que decir que hay varias presas agrícolas que bloquean el flujo natural del curso, lo que reduce la velocidad de las aguas y provoca cambios en la cantidad y calidad de las mismas, especialmente el OD, el TDS y la CE. Con esta reducción del volumen de agua, el punto 33 (último punto del río Mimoso), situado después de la desembocadura del arroyo Espíritu Santo, no presentó grandes alteraciones.

Llegando al curso bajo del CHRF, la subcuenca del arroyo del Retiro (punto 34) se presenta como la más impactada negativamente. Pastos con falta de manejo, ingreso de ganado (en algunos puntos) hasta las orillas de sus afluentes y azolvamiento, entre otros problemas ambientales, además de una importante remoción de la vegetación ribereña y de los afluentes. Junto a estas acciones antrópicas y un sustrato predominante de rocas terrígenas (no kársticas) del Grupo Cuiabá, trae una influencia significativa en el agua, como es la reducción del pH y el aumento de la turbidez.

Las acciones antrópicas y naturales se reflejan directamente en las aguas. La turbidez, incluso "alta", muestra 43,65 NTU (verano) y 21,13 NTU (invierno), considerándose necesario contextualizar que este índice de turbidez es alto para los estándares de la CHRF. Luego, la entrada de materiales fragmentados en los cursos fluviales, provoca reacciones bioquímicas que alteran el ORP a 442,00 mV. Sin embargo, en invierno el ORP se mantiene dentro de los estándares aceptables frente al descenso de la temperatura, la CE y el TDS, alcanzando 146,50 mV. Otro elemento destacado fue la CE en verano (327,50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), ya que la alta CE suele deberse a un agua con altos niveles de sales como el calcio y el magnesio, en que la alta CE en zonas no kársticas es algo que llama la atención, y puede explicarse por la gran cantidad de materia orgánica, signos de contaminación y eutrofización, que modifica todos los parámetros de análisis.

Debido a esto se analizaron los afluentes del río Formoso, es posible entender la dinámica desde sus nacientes en las áreas preservadas de la Serra da Bodoquena, así como a través de las áreas donde el paisaje ha sido antropizado por los cultivos y los pastos hasta su desembocadura en el río Miranda, incluyendo las particularidades de sus afluentes y su sustrato rocoso. El río Formoso es escénico por su baja turbidez, pH alcalino, alta conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos, siendo evaluados en este trabajo ocho puntos de colecta hasta su desembocadura.

Desde el primer punto, en las cercanías de la Serra da Bodoquena, ya se advierten estos elementos, todavía el punto 1 está rodeado de cultivos y ya presenta algunas algas en el lecho del río, que son signos de eutrofización, un proceso (generalmente antrópico) de multiplicación de algas debido al aumento del

contenido de materia orgánica en el agua. Sin embargo, el OD seguía siendo alto en ambos periodos de análisis debido a la turbulencia que se produce por una pequeña cascada aguas arriba, que eleva ligeramente la velocidad del agua en este punto y provoca cambios positivos en los niveles de OD, que proporcionaron un mejor encuadramiento debido a su CE en la clase IV.

En el punto 9, que recibe las aguas transparentes del río Sucuri, se observaron cambios positivos en las aguas, con una reducción de la CE (267,00  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) y un ligero aumento del OD (8,34 mg/L), resultado de la turbulencia de las mismas por el aumento de la velocidad (9,73 m/s). En invierno el OD de este punto alcanzó una de las mayores concentraciones en las aguas entre todos los puntos monitoreados (10,42 mg/L), originado por la considerable elevación de la velocidad del flujo de agua a 22,22 m/s. La turbidez en este punto se mantuvo muy baja tanto en verano como en invierno debido al gran aporte de las aguas del río Sucuri.

Debido a esto la turbidez del río Formoso tiende a aumentar a partir de este punto, ya que a medida que se aleja de sus fuentes, recibe afluentes de áreas con predominio de cultivos de soya. Desde este punto hasta el punto 10, existe una extensa zona de humedales denominada Bañado del río Formoso, un importante refugio de la biodiversidad en la región central de la cuenca.

El bañado del río Formoso se desarrolla sobre rocas de la Formación Xaraiés cubiertas por gleissoles háplicos eutróficos, su relieve aplanado favorece la permanencia del agua en los períodos secos, lo que ayuda a la recarga de los acuíferos, la retención de nutrientes, el mantenimiento de la biodiversidad y la gran belleza escénica, haciendo que la Fundación Neotrópica de Brasil - FNB (2016) priorizara la preservación de esta área, manteniendo el refugio de especies silvestres migratorias, incluso con algunas especies en riesgo de extinción.

Cabe destacar el papel que desempeña esta área como excelente filtro natural, trayendo un equilibrio de las aguas superficiales del río Formoso, sin embargo, todo su entorno ha sido ocupado por plantaciones de soya, lo que ha disminuido su capacidad de recarga de agua. Incluso en este contexto, surgió la propuesta de reconocer al bañado como una Unidad de Conservación, en la categoría de "Refugio de Vida Silvestre del Bañado del río Formoso - RVSBF", lo que haría su protección más amplia, dada la normativa del Sistema Nacional de Unidades de Conservación - SNUC (Ley 9985/2000). No obstante, esta propuesta sigue encontrando resistencia porque el área se encuentra en trece propiedades rurales, todas ellas dedicadas al agronegocio.

Esto aumenta el riesgo de la ocurrencia de impactos ambientales negativos. Lo preocupante es precisamente la ubicación de estos cultivos, la mayoría de ellos situados en regiones cercanas al bañado del río Formoso, avanzando hacia las orillas del mismo y reduciendo su capacidad de recarga. Este artículo se propone también llamar la atención del poder público para contribuir al tema y mostrar la importancia del bañado, colaborando con la designación de esta zona como Unidad de Conservación.

Después del bañado, se encuentra el Balneario Municipal (punto 10) y el Balneario del Sol (punto 22), que se ubican poco después de la confluencia con los arroyos Formosinho y Bonito, ambos en el curso medio de la margen izquierda del río Formoso. Tras un descenso de la calidad del agua en el punto 10, el río comienza a mejorar de nuevo su calidad cerca del punto 22, debido a su propia capacidad de autodepuración, ligada al aumento de su flujo. Destaca su buena concentración de OD, el ligero aumento de la turbidez (causada por la entrada de aguas más turbias de otros afluentes), así como la entrada en zonas de pastos sin ningún tipo de gestión de la tierra, siendo señalada, según Silva (2015) y Ribeiro (2017), como una de las principales causas del aumento recurrente de la turbidez de las aguas.

Ambos puntos fueron clasificados como Clase I según CONAMA (2005), pero el punto 22, Balneario del Sol, se destaca como el único sitio con un pH con cierta acidez (6,16), todavía dentro de los estándares de CONAMA, ya que se encuentra dentro del intervalo 6 y 9 del pH suficiente para mantener la vida acuática, según la resolución 357/2005. Como comparación, Lelis et al. (2015) señalan valores del pH cercano a 8 en los ríos Formoso y Mimoso (kársticos). Ya Oliveira (2014) y Berlanda et al. (2021) registraron valores cercanos a 6 y 6,50 como promedio en otras subcuencas predominantemente terrígenas, mostrando el efecto alcalino del medio kárstico en las aguas de la cuenca del río Formoso.

Hay que tener en cuenta que el pH también está influenciado por la temperatura del agua, ya que a medida que la temperatura aumenta, el pH disminuye en la mayoría de los casos, pero como el sistema kárstico presenta una dinámica diferente, principalmente geoquímica, y esto se aplica sólo ocasionalmente. En invierno el pH presentó una mayor influencia de las aguas subterráneas, y volvió a la normalidad

con 7,92, lo que demuestra que este cambio se produjo en verano debido a algún factor relacionado con las precipitaciones que se produjeron una semana antes de la recogida de la muestra, en la que, según la información de los empleados del atractivo turístico se produjo un aumento de la turbidez y el balneario tuvo que cerrarse a los bañistas.

Después del Balneario del Sol se encuentra la confluencia del arroyo São João en la margen derecha del río Formoso, en su curso medio, en un tramo de 8,10 km hasta el punto 24, que es suficiente para depurar los sedimentos arrastrados por las aguas turbias del arroyo São João. Las aguas del río Formoso vuelven a tener las mismas particularidades de los puntos anteriores al arroyo São João. En el punto 24, la CE vuelve a aumentar hasta 465,50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en verano y 165  $\mu\text{S}/\text{cm}$  en invierno y aunque presenta contacto con las rocas terrígenas desde el Balneario del Sol, no fue suficiente para disminuir las concentraciones de CE, ya que la presencia de grandes volúmenes de agua que provienen de sistemas kársticos como el propio río Formoso, el río Sucuri y el arroyo Formosinho, mantienen las propiedades de las aguas de la zona kárstica.

Tras la confluencia de los ríos Mimoso y Formoso, no fue posible tomar muestras de agua debido a la falta de vías de acceso. El punto 34 (arroyo del Retiro) es el más impactado negativamente y tiene la peor clasificación de la cuenca. Los dos últimos puntos muestreados, el 35 y el 36, siguen caracterizándose por el ambiente kárstico y la gran belleza paisajística, sin embargo, debido al gran volumen de agua que entra desde el arroyo Retiro y el sustrato formado por sedimentos aluviales no consolidados que se asientan sobre la litología calcárea, rica en arenas, gravas, limos y gravilla, hubo una ligera elevación de la turbidez hasta 6 NTU, todavía muy baja en comparación con las cuencas terrígenas, como señalan Oliveira (2014) y Alves (2019), que están en torno a 20 a 30 NTU llegando hasta 60 NTU, mientras que Medeiros et al. (2018) señalaron valores que alcanzan hasta 75 NTU, todos en condiciones naturales.

Los altos TDS con aguas ricas en carbonato de calcio y magnesio, buenos conductores de la electricidad, provocan que la conductividad eléctrica se mantenga siempre por encima de los 150  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , mientras que, en las cuencas terrígenas, como señalan Oliveira et al. (2011), Schautz (2015) y Pereira et al. (2020), la conductividad está en torno a los 30 a 60  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Estas comparaciones son sólo algunas que muestran las particularidades de las aguas que atraviesan las rocas carbonatadas y solubles como las calizas y los mármoles calcíticos y dolomíticos.

#### 4. Discusión de los resultados

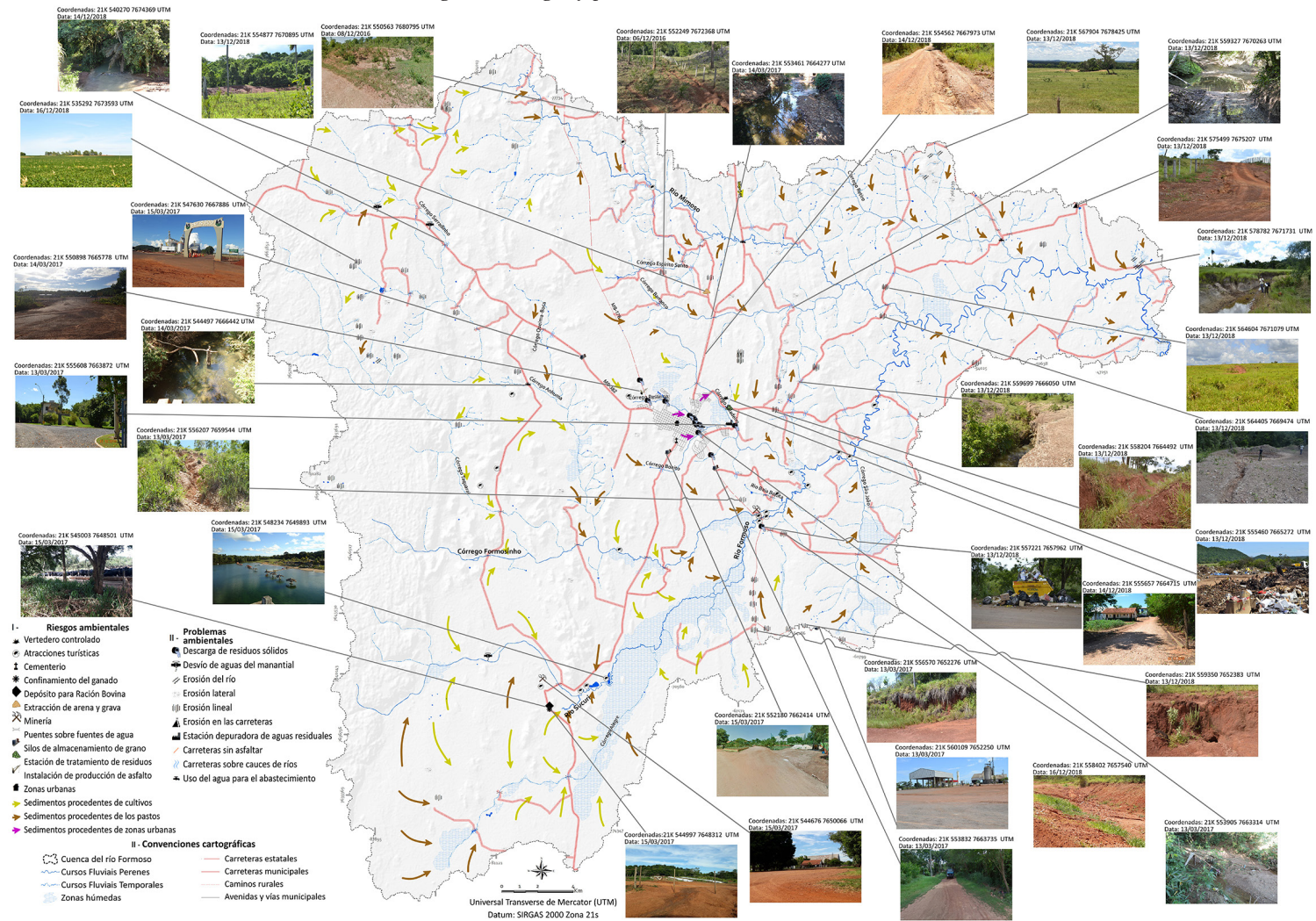
En general, la CHRF presenta una buena clasificación de sus aguas, con cambios ocasionales. A la luz de lo anterior, el agua es el punto de unión entre el medio físico y el antrópico, ya que siempre indicará cualquier tipo de modificación en la cuenca. De este modo, se comprobó que el avance de las actividades económicas ha causado un aumento recurrente de la turbidez de los cursos hídricos. Según Ribeiro (2017), esta región está experimentando un profundo proceso de cambio en su patrón de uso del suelo, con una tendencia al aumento progresivo y desordenado de las áreas de cultivo, que aumentan el riesgo a impactos ambientales negativos. En este contexto, la proliferación de los cultivos con su producción enfocada al mercado global de *commodities* es un proceso que no solo vive el CHRF, sino que también se observa en otras partes del estado de Mato Grosso do Sul.

Esta relación uso antrópico versus karst pone en evidencia su fragilidad y propensión a la inestabilidad del terreno si no se conocen sus particularidades. Estas cuestiones son el centro de constantes discusiones entre ecologistas, ruralistas y empresarios vinculados al sector turístico de Bonito. Por un lado, los ecologistas aportan la idea de que la turbiedad de las aguas está ligada a la mala gestión del suelo en las áreas de cultivo, por otro lado, los propietarios de estos cultivos, a través del Sindicato Rural, presentan la hipótesis de que la falta de mantenimiento de las carreteras sería el principal generador, que se suma a los diversos riesgos y problemas ambientales como: vertido de residuos sólidos, plantas de tratamiento de aguas residuales, desarrollo de la erosión, vertedero controlado, entre otros (Figura 5).

En los recorridos de campo realizados se pudo identificar que existe una preocupación por parte de los empresarios del sector turístico con la preservación y el mantenimiento de la calidad del agua y, en consecuencia, del medio ambiente, ya que dichos atractivos están profundamente relacionados con el paisaje y los manantiales hídricos, y mostraron temor por el futuro ambiental del municipio. Estos empresarios son conscientes de que la preservación y conservación del medio ambiente es esencial para garantizar el atractivo de sus empresas.



Figura 5. Riesgos y problemas ambientales en la CHRF



Elaboración propia

Todavía, a pesar de que las áreas de cultivos realizan gestión de la tierra, el principal problema ambiental al que se enfrentan los manantiales de la cuenca, se refieren a la temporada de cosecha, es decir, al momento en el que la mayor parte de la tierra permanece durante algunos meses con el suelo desprotegido y la acción de la lluvia, sobre todo en las épocas de primavera y verano, arrastra los sedimentos hacia los fondos de los valles, donde se encuentran los cursos de agua.

A su vez, los pastos presentan problemas en cuanto a la gestión de la tierra, tanto por su ineficacia (al no soportar la dinámica hídrica local) como por la falta total de gestión en los mismos. Se trata de regiones en las que existen diversas formas erosivas (surcos y erosión laminar) en la CHRF. Por ello, también se convierten en agentes importantes en los procesos hidrosedimentológicos, que arrastran grandes cantidades de sedimentos a los cursos hídricos, comprometiendo la cantidad y calidad del agua de los mismos.

Las carreteras sin asfaltar también desempeñan un papel importante en estos procesos, ya que, aunque son zonas menos extensas, su dinámica hidrológica facilita la entrada de sedimentos en los cursos fluviales (Macdonald et al., 2001; La Marche & Lettenmaier, 2001; Sheridan & Noske, 2007; Rijsdijk et al., 2007). Los caminos sin pavimentar en la cuenca presentan serios problemas en sus sistemas de drenaje, y muchos de ellos ni siquiera tienen cajas de retención y cuencas de contención, entre otras formas que servirían para disipar y/o contener el agua de lluvia que escurre.

Es necesario aclarar además algunas cuestiones importantes: el aumento de la turbidez se inicia con la agricultura extensiva en el alto curso de la cuenca, cerca de la Serra da Bodoquena; los pastos están vinculados al aumento en una segunda fase porque las cuencas de drenaje donde predominan estos se localizan en el curso medio; las carreteras también están vinculadas al aumento de la turbidez sólo en los cursos medio y bajo, donde se encontraron varias formas erosivas lineales en su recorrido. Por último, la zona urbana no está directamente vinculada al aumento de la turbidez del agua, pero entra en la discusión desde otro ángulo, el de la contaminación y eliminación de residuos sólidos de forma puntual y en los afluentes de la subcuenca del arroyo Bonito, aunque aún no hay evidencia de que actúe efectivamente en este aumento.

El “enturbiamiento de las aguas” conlleva impactos significativos en este sistema kárstico, ya sea reduciendo su resiliencia o modificando su equilibrio ambiental, social y económico. Las lluvias ocurridas desde el periodo de este estudio (año 2017) han traído varios episodios de enturbiamiento del agua, un hecho recurrente desde principios del siglo XXI. Así, además de la vertiente ambiental, el turismo en la cuenca, así como en toda la región de la Serra da Bodoquena, que está ligado a la calidad del agua, especialmente a su gran transparencia, como consecuencia de la reacción geoquímica con las rocas carbonatadas, está en riesgo por el propio avance de las actividades económicas que impactan y suprimen la vegetación nativa e interfieren en la calidad del agua de esta cuenca, reconocida a nivel mundial.

Otra paradoja es que los agricultores, en la gran mayoría de los casos son propietarios de empresas turísticas, y afirman que esta actividad es ventajosa porque debido al flujo regular de turistas, los ingresos son mensuales, mientras que, en los cultivos y el ganado, el rendimiento es anual o como mucho cuatrimestral, en que el turismo paga los gastos diarios.

Se puede ver que el aumento de la turbidez genera debates más amplios que sólo los cultivos y su gestión, hay una serie de problemas ambientales en la cuenca que afectan a los recursos hídricos. De hecho, debido a la extensión de las áreas cultivadas, su influencia es mayor que las carreteras, sin embargo, ambos son factores que pueden y deben ser monitoreados, con propuestas para reducir los procesos generadores de sedimentos.

Los resultados muestran un escenario tendencial en el que los ríos translúcidos de gran belleza escénica dan paso a un sistema fluvial afectado por procesos hidrosedimentológicos, impactando consecuentemente en la economía de Bonito (ligada al turismo en las aguas escénicas de los manantiales), que se ve afectada con largos periodos en que los atractivos turísticos deben permanecer cerrados hasta que las aguas vuelven a su transparencia normal (Figura 6).

Mientras el uso antrópico transforma el paisaje de la cuenca, el sistema kárstico, que ya es un geosistema frágil en situaciones naturales, se vuelve aún más frágil. Es en este complejo entramado de relaciones donde Bonito ha sufrido un aumento recurrente de la turbidez. Por sus particularidades kársticas y la fragilidad de sus ríos, donde destacan los ríos escénicos, debe destacarse la atención que el Poder Público debe realizar sobre el uso y gestión de la cuenca. La falta de legislación que cubra la fragilidad de los sis-

temas kársticos y la necesidad de una mayor aplicación de las regulaciones existentes, que cubren los ríos escénicos, se hace cuestionar las bases ambientales, sociales y económicas que forman parte de la CHRF.

Figura 6. Enturbiamiento de las aguas de los principales recursos hídricos de la CHRF



Fuente: Foto k - ECOA; Foto l, m, o, p - Campo Grande News; Foto n - Globo (G1); Fotos q, r, s, t, u - Policía Militar Ambiental. Elaboración propia

Por esta razón se sugirieron algunas acciones para reducir la recurrencia del enturbiamiento del agua (el principal calificador de la belleza de las aguas de Bonito, según los turistas) y para mejorar los demás parámetros físico-químicos de las aguas:

- Restauración de la vegetación forestal en las zonas prioritarias para su conservación permanente;
- Control y supervisión del vertimiento de residuos sólidos cerca de los cursos hídricos;
- Los cultivos necesitan un manejo adecuado, como la siembra directa que, entre sus técnicas, deja la paja de la soya en el suelo en el momento de la cosecha, lo que minimiza que el agua de la lluvia llegue directamente al suelo y, en consecuencia, reduce el arrastre de sedimentos. Además, la cosecha debe ser escalonada para evitar grandes áreas de suelo expuesto durante la estación lluviosa (de octubre a marzo);
- Fomentar la aplicación, en los pastos, de una gestión adecuada con curvas de nivel. En conjunto, adoptar el terracedo en las zonas más escarpadas y proporcionar la rotación de los animales en los cuarterones, lo que mejora el pasto y favorece una mayor protección del suelo;
- En los atractivos turísticos, priorizar las acciones de educación ambiental con la implementación de carteles informativos sobre la importancia de la conservación y preservación de la calidad ambiental de la región y realizar el monitoreo de los parámetros físico-químicos de los recursos hídricos que pasan por los mismos, manteniéndolos en niveles aceptables;
- Realizar un monitoreo periódico de los recursos hídricos de la cuenca, sugiriendo el uso de los puntos elegidos en este estudio como potenciales para el control continuo de la calidad de las aguas, manteniéndolas en niveles aceptables, además de realizar una conservación ininterrumpida de las tufas calcáreas.

## 5. Conclusiones

Los aspectos analizados en este estudio fueron ampliamente discutidos, desde la comprensión de los impactos negativos de las áreas urbanas, especialmente en la subcuenca del arroyo Bonito, hasta los cambios en los parámetros físico-químicos derivados de las extensas áreas de pastos con ineficacia o ausencia total de manejo, como la subcuenca del arroyo Retiro, entre otros problemas derivados de los cultivos en la cuenca del río Mimoso y del río Formoso en su conjunto. Así, las recomendaciones pueden contribuir a mejorar la calidad del medio ambiente, además de alertar a los órganos públicos sobre la inminente necesidad de mejorar la capacidad de recuperación de esta cuenca, cada vez más afectada por la turbidez. Dejando siempre en evidencia la influencia de los factores antrópicos, al mismo tiempo que la influencia que el sustrato rocoso ejerce sobre las aguas.

Se observa que el factor económico es intenso en la zona de estudio, sobre todo al relacionar las actividades de turismo y producción de soya (dos sistemas económicos distintos) en el contexto ambiental. Esta dinámica antrópica ha traído consigo un intenso proceso de uso de la tierra, que avanza hacia las zonas kársticas, elevando los posibles riesgos e impactos ambientales con el aumento de la cantidad de sedimentos transportados a los cursos hídricos. Es posible notar que la ubicación de las plantaciones es tan perjudicial como su área de cobertura, ya que se encuentran cerca del bañado del río Formoso, lo que puede, a mediano y largo plazos, reducir su recarga por la cantidad de sedimentos que ingresan al mismo.

En este sentido, la aprobación de Unidades de Conservación en la cuenca se ha convertido en un aliado en la preservación y conservación de los bosques que aún resisten la presión antrópica. Si se mantiene la vegetación forestal, así como la revitalización de las riberas de los cursos fluviales, como se propone en este trabajo, se produciría un efecto positivo en la fauna, la flora y el microclima regionales. También ayudarían a reducir la escorrentía superficial, la aparición de procesos erosivos, la recurrencia de la turbidez y a mejorar o mantener los parámetros físicos y químicos de las aguas superficiales en unos estándares aceptables, como hoy en día. Este estudio demuestra que la CHRF está encuadrada en la Clase I (media), sin embargo, varios de sus afluentes presentan graves problemas que deben ser monitoreados, ya que algunos de sus parámetros mostraron cambios preocupantes relacionados con la zona urbana y el vertimiento de residuos sólidos, el arrastre de sedimentos que provoca la erosión y la estación de tratamiento de aguas residuales, entre otros factores que fueron analizados como posibles causas de los cambios físicos y químicos en las aguas superficiales.

Los cultivos se destacan por la gran extensión de tierra que ocupan, en la época de la cosecha, quedan desprotegidas frente a la acción de las lluvias, provocando el arrastre de sedimentos y enturbian los

ríos. Esta turbidez afecta no sólo al medio ambiente, sino también al social (perjudicando la oferta de puestos de trabajo directos e indirectos) y al económico (daños financieros), sobre todo porque cuando este fenómeno se produce a nivel regional, los principales atractivos turísticos se cierran hasta que el agua vuelve a tener niveles de calidad aceptables para las prácticas turísticas de alto nivel, y esto ha ido ocurriendo de forma más frecuente a lo largo de los años, lo que demuestra la baja capacidad resiliente de los manantiales y de la cuenca. Estos hechos provocan importantes conflictos en Bonito (ecologistas, agricultores y el sector turístico).

No corresponde a este estudio señalar culpables, sino buscar minimizar tales enturbiamientos e influencias negativas sobre las aguas, y las propuestas abordadas en el ítem cuatro de este artículo, proporcionarán un mejor equilibrio entre tales actividades económicas y el medio ambiente, reduciendo el riesgo de afectar la calidad del agua mundialmente reconocida de esta zona, buscando una valoración de su potencial ambiental, científico, geológico e hídrico.

En medio de esto, se torna un desafío la clasificación de las aguas de las regiones kársticas, porque estas presentan influencias del sustrato de roca carbonatada, que eleva el pH, la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos. Se demuestra que el agua es un vínculo entre el medio físico y los cambios antrópicos, porque siempre indicará y será el resultado de las acciones en las cuencas hidrográficas.

Se percibe que algunos parámetros no son los recomendados por CONAMA, mismo en condiciones naturales, lo que puede provocar distorsiones en el estudio si no se reconocen las particularidades kársticas de la cuenca. Así, se manifiesta la necesaria implantación de una resolución auxiliar para actuar conjuntamente al encuadramiento ya establecido de los cursos fluviales (Resolución 357/2005 del CONAMA), incluyendo las aguas que atraviesan regiones kársticas (alrededor del 4% del territorio brasileño), sobre todo por poseer parámetros no contempladas en las resoluciones existentes.

Esta propuesta pretende cambiar los intervalos de la conductividad eléctrica y los sólidos totales disueltos, ya que en el encuadramiento tradicional estos parámetros, en la mayoría de los casos, reflejan las aguas de la clase IV, y no necesariamente presentan particularidades de dicha clase (contaminadas). Sólo queda la sugerencia de un encuadramiento específico para dichas zonas, que incluya la determinación de mayores restricciones en el uso de sus aguas, ya que son aguas alcalinas y ricas en carbonato de calcio y magnesio, que pueden causar efectos negativos en la salud de una parte de la población.

Así, la cuenca muestra un escenario ambiguo: por un lado es reconocida por su exuberante vegetación y sus ríos escénicos, más notorios para los turistas; y por otro lado, existe un escenario con situaciones alarmantes, es decir, aunque no haya enturbiamiento, los grandes cursos fluviales utilizados como atractivos turísticos no pueden ser la tónica de esta región, mientras que los afluentes, como los arroyos Bonito, Saladeiro, Retiro y Taquaral, han sufrido continuamente impactos negativos causados por las actividades antrópicas. A partir de estos temas se centró este estudio, al analizar gran parte de los manantiales de la CHRF, se observa que estos se integran y son esenciales para el equilibrio de la misma.

Lo que no se puede descartar es que termine esta discusión, pues a pesar de preverse una serie de mejoras ambientales en la cuenca, actualmente se constata el desprecio político con tales cuestiones, con enflaquecimiento de los órganos ambientales en Brasil, lo que trae graves consecuencias. El desafío actual está en la aplicación del conocimiento científico, a esta y otras cuencas del país.

A pesar de estos obstáculos, se espera que este trabajo aporte a las acciones de mejora a tomar y sea un punto de referencia para otras investigaciones relacionadas con la calidad del agua en Bonito y otras regiones, y frente al avance de la agricultura sobre el sistema kárstico. Se puede señalar, que a partir de esta investigación es posible: establecer una base de datos sobre esta región de Mato Grosso do Sul; divulgar los resultados alcanzados con su cartografía y análisis, poniéndolos a disposición del Consejo Municipal de Turismo de Bonito - COMTUR, de la Fundación Neotrópica do Brasil, de la Prefectura Municipal y de otras instituciones y organizaciones responsables por la gestión y planificación del municipio de Bonito. Pensando que este artículo ayude en el proceso de toma de decisiones.

## **Financiación**

Este estudio se realizó gracias a las contribuciones de la Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior y la Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul.

## Agradecimientos

Si utilizó los equipamientos disponibles en las Universidades Federales de Grande Dourados (UFGD) y Mato Grosso do Sul (UFMS), a través de los laboratorios de Geografía Física da UFGD (<http://www.lgf.ggf.br/index.php>) e de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (LaPGRH).

## Referencias

- Alves, L. B. (2019). *Diagnóstico ambiental da bacia hidrográfica do córrego Laranja Doce/MS* (Tesis de Maestria). Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados. Repositorio UFGD. [https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFGD-2\\_567a1da07bbbf7929fd06034e68964c0](https://bdtd.ibict.br/vufind/Record/UFGD-2_567a1da07bbbf7929fd06034e68964c0)
- Berlanda, A., Baum, C. A., Becegato, V. A., & Souza, N. C. V. de L. de. (2021). Avaliação temporal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Desquite, Santa Catarina. *Revista de Engenharia Sanitária Ambiental*, 26(1), 45-51. <https://www.scielo.br/j/esa/a/3kNPCbHRzyV8QKqcBcmkcXb/?lang=pt>
- Boggiani, P. C., Trevelin, A. C., Sallun Filho, W., Oliveira, E. C. de., & Almeida, L. H. S. (2011). Turismo e conservação de tufas ativas da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul. *Tourism and Karst Areas*, 1(4), 55-63. [https://www.researchgate.net/publication/261288017\\_Turismo\\_e\\_conservacao\\_de\\_tufas\\_ativas\\_da\\_Serra\\_da\\_Bodoquena\\_Mato\\_Grosso\\_do\\_Sul](https://www.researchgate.net/publication/261288017_Turismo_e_conservacao_de_tufas_ativas_da_Serra_da_Bodoquena_Mato_Grosso_do_Sul)
- Bonito. *Ley nº 85 del 1 de diciembre de 2010*. Dispõe sobre o Plano Diretor do município de Bonito e dá outras providências. Diário Oficial, Bonito. Publicada no DOU, de 01 de dezembro de 2010. <https://www.bonito.ms.gov.br/2013/05/21/lei-complementar-n-085-10-plano-diretor-de-bonito/>
- Brasil. *Constituição* (1988). Texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo no 186/2008. Diário Oficial da União, Brasília. Publicada no DOU, de 05 de outubro de 1988. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)
- Brasil. *Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília. Publicada no DOU, de 18 de julho de 2000, Seção 1. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19985.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm)
- Brasil. *Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997*. Institui a Política Nacional dos Recursos Hídricos. Brasília, DF: 1997. Diário Oficial da União, Brasília. Publicada no DOU, de 09 de janeiro de 1997. [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9433.htm)
- Brugnolli, R. M. (2020). *Zoneamento Ambiental para o Sistema Cárstico da Bacia Hidrográfica do Rio Formoso, Mato Grosso do Sul* [Doctoral thesis, Universidade Federal da Grande Dourados]. Repositorio UFGD. <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/2635>
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução 357/2005*. Dispõe sobre a classificação dos recursos hídricos e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília. Publicada no DOU n 92, de 17 de março de 2005, Seção 1, 89p. [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=450](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450)
- Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução 430/2011*. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Diário Oficial da União, Brasília. Publicada no DOU n 92, de 16 de maio de 2011, Seção 1. [http://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=627](http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=627)
- De Waele, J., Gutierrez, F., & Audra, P. (2015). Karst geomorphology: from hydrological functioning to palaeoenvironmental reconstructions. *Geomorphology*, 247(1), 1-2. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2015.04.025>
- De Waele, J., Gutiérrez, F., Parise, M., & Plan, L. (2011). Geomorphology and natural hazards in karst areas: A review. *Geomorphology*, 134, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2011.08.001>
- Fundação Neotrópica do Brasil. (2016). *Criação de duas unidades de conservação em Bonito, Mato Grosso do Sul*. (Convênio FNB-PMB Nº 010/2015): Bonito-MS.
- Gillieson, D., & Thurgate, M. (1999). Karst and agriculture in Australia. *International Journal of Speleology*, 28, 149-168. <http://dx.doi.org/10.5038/1827-806X.28.1.11>
- Goldscheider, N., & Drew, D. (2007). *Methods in karst hydrogeology*. International Contribution to Hydrogeology.

- Kalhor, K., Ghasemizadeh, R., Rajic, L., & Alshwabkeh, A. (2019). Assessment of groundwater quality and remediation in karst aquifers: A review. *Groundwater for Sustainable Development*, 8, 104-121. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2018.10.004>
- Krešić, N. (2013). *Water in karst: Management, vulnerability and restoration*. McGraw Hill.
- La Marche, J. L., & Lettenmaier, D. (2001). Effects of forest roads on flood flows in the Deschutes River, Washington. *Earth Surf Processes Landforms*, 26, 115-134. [https://doi.org/10.1002/1096-9837\(200102\)26:2<115::AID-ESP166>3.0.CO;2-O](https://doi.org/10.1002/1096-9837(200102)26:2<115::AID-ESP166>3.0.CO;2-O)
- Lelis, L. R. M., Pinto, A. L., Silva, P. V. da; Piroli, E. L., Brugnolli, R. M., & Gomes, W. M. (2015). Qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Formoso, Bonito - MS. *Revista Formação*, 2, 279-302. <https://doi.org/10.33081/formacao.v2i22.3151>
- Macdonald, L. H., Sampson, R. W., & Anderson, D. M. (2001). Runoff and road erosion at the plot and road segment scales, St. John, US Virgin Islands. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26, 251-272. [https://doi.org/10.1002/1096-9837\(200103\)26:3<251::AID-ESP173>3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/1096-9837(200103)26:3<251::AID-ESP173>3.0.CO;2-X)
- Machado, E. S., Knapik, H. G., & Bitencourt, C. C. A. (2019). Considerações sobre o processo de enquadramento de corpos de água. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 24(2), 261-269. <https://doi.org/10.1590/s1413-41522019181252>
- Mato Grosso do Sul. CERH/MS n. 2, de 23 de novembro de 2005. Aprova a criação e instalação do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Miranda e dá outras providências. Diário Oficial, Campo Grande. Publicada no DOU, de 23 de novembro de 2005. <https://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2015/11/Resolu%C3%A7%C3%A3o-CERH-002-2005-Cria-CBH-Miranda1.pdf>
- Mato Grosso do Sul. Deliberação CECA n. 36, de 27 de junho de 2012. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água superficiais e estabelece diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como, estabelece as diretrizes, condições e padrões de lançamento de efluentes no âmbito do Estado do Mato Grosso do Sul, e dá outras providências. Diário Oficial, Campo Grande. Publicada no DOU, de 06 de fevereiro de 2013. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=251067>
- Mato Grosso do Sul. Lei nº 1.871, de 15 de julho de 1998. Estabelece a forma de conservação da natureza, proteção do meio ambiente e defesa das margens nas áreas contíguas aos Rios da Prata e Formoso, e dá outras providências. Diário Oficial, Campo Grande. Publicada no DOU, de 15 de julho de 1998.
- Mato Grosso do Sul. Zoneamento ecológico econômico – Mato Grosso do Sul: primeira aproximação. Governo do estado de Mato Grosso do Sul, 2009. <http://www.semagro.ms.gov.br/zoneamento-ecologico-economico-de-ms-zee-ms/>
- Medeiros, W. M. V., Silva, C. E., Lins, R. P. M. (2018). Avaliação sazonal e espacial da qualidade das águas superficiais da bacia hidrográfica do rio Longá, Piauí, Brasil. *Rev. Ambient. Água*, 13(2), 1-17. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2054>
- Oliveira, G. H. de. (2014). *As implicações do uso, cobertura e manejo das terras na qualidade e enquadramento das águas superficiais da bacia hidrográfica do córrego Bom Jardim, Brasilândia/MS* [Master's Dissertation, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). <https://repositorio.ufms.br/handle/123456789/2005>
- Oliveira, G. H., Pinto, A. L., Fernandes, M. V. F., & Araujo, A. F. (2011). Balneabilidade no baixo Sucuriú, município de Três Lagoas/MS. *Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino - GEOMAE (Online)*, 2, 79-89. <http://www.fecilcam.br/revista/index.php/geomae/article/view/40>
- Padovesi-Fonseca, C., & Faria, R. S. de. (2020). Gestão ecológica das águas: uma comparação das diretrizes do Brasil e da Europa. *Revista Ciência & Trópico*, 44(1), 83-99. [https://doi.org/10.33148/ctropicov44n1\(2020\)art5](https://doi.org/10.33148/ctropicov44n1(2020)art5)
- Parise, M. (2012). Management of water resources in karst environments, and negative effects of land use changes in the Murge area (Apulia, Italy). *Karst Development: Original Papers*, 1(2), 16-20. [https://www.researchgate.net/publication/233580577\\_MANAGEMENT\\_OF\\_WATER\\_RESOURCES\\_IN\\_KARST\\_ENVIRONMENTS\\_AND\\_NEGATIVE\\_EFFECTS\\_OF\\_LAND\\_USE\\_CHANGES\\_IN\\_THE\\_MURGE\\_AREA\\_APULIA\\_ITALY](https://www.researchgate.net/publication/233580577_MANAGEMENT_OF_WATER_RESOURCES_IN_KARST_ENVIRONMENTS_AND_NEGATIVE_EFFECTS_OF_LAND_USE_CHANGES_IN_THE_MURGE_AREA_APULIA_ITALY)
- Parise, M., Ravbar, N., Živanović, V., Mikszewski, A., Kresic, N., Mádl-Szónyi, J., & Kukurić, N. (2015). Hazards in karst and managing water resources quality. In Z. Stevanović (Ed.), *Karst aquifers - Characterization and engineering* (pp. 601-687). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-12850-4\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-319-12850-4_17)



- Pereira, M. A. B., Alves, W. dos S., Oliveira, L. D. de, Morais, W. A., Lima, L. O., & Nunes, N. da C. (2020). Qualidade Hídrica da Cachoeira do Rio São Tomás, no Município de Rio Verde, Goiás, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(1), 377-390. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.1.p377-390>
- Pinto, A. L., Brugnolli, R. M., Oliveira, G. H. de., São Miguel, A. E., & Souza, L. de O. (2014). Eficiência da utilização do oxigênio dissolvido como principal indicador da qualidade das águas superficiais da bacia do córrego moeda, Três Lagoas/MS. *Geografia, Rio Claro*, 39(3), 541-551. <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/10278/7390>
- Ravbar, N. (2004). Drinking water supply from karst water resources (The example of the Kras Plateau, SW Slovenia). *Acta Carsologica*, 1(31), 73-84. <https://doi.org/10.3986/ac.v33i1.316>
- Ribeiro, A. F. N. (2017). Desafios e conflitos na produção do espaço no Planalto da Bodoquena: Agricultura, Turismo e Apropriação da Natureza. [Doctoral thesis, Universidade Federal da Grande Dourados]. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/391>
- Rijsdijk, A., Bruijnzeel, L., A. S., & Sutoto, C. K. (2007). Runoff and sediment yield from rural roads, trails and settlements in the upper Konto catchment, East Java, Indonesia. *Geomorphology*, 87, 28-37. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2006.06.040>
- Schautz, L. C. A. (2015). *Avaliação da qualidade da água do Rio Dourados/MS – Variáveis Físico-Químicas*. Dourados/MS. [Master's thesis, Universidade Federal da Grande Dourados]. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). [https://bdtb.ibict.br/vufind/Record/UFGD-2\\_dc03ec2da4a4d85092913d66d322d5db](https://bdtb.ibict.br/vufind/Record/UFGD-2_dc03ec2da4a4d85092913d66d322d5db)
- Sheridan G. J., & Noske P. J. (2007). Catchment-scale contribution of forest roads to stream exports of sediment, phosphorus and nitrogen. *Hydrological Processes*, 21(23), 3107-3122. <https://doi.org/10.1002/hyp.6531>
- Silva, P. V. da. (2015). *A Importância da água para a percepção turística na bacia do rio Formoso em Bonito-MS* [Doctoral thesis, Universidade Estadual Paulista]. Repositorio institucional UNESP. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/136060>
- Silva, P. V. da; Piroli, E. L., & Hernández, J. E. G. (2014). Qualidade da água e turismo em bacias hidrográficas: o caso da microbacia do Rio Sucuri, Bonito-MS, Brasil. *Revista Ciência Geográfica*, 18(18), 89-101. [https://www.researchgate.net/publication/330262131\\_WATER\\_QUALITY\\_AND\\_TOURISM\\_IN\\_WATERSHEDS\\_THE\\_CASE\\_OF\\_RIVER\\_WATERSHEDSUCURI\\_BONITO-MS\\_BRAZIL](https://www.researchgate.net/publication/330262131_WATER_QUALITY_AND_TOURISM_IN_WATERSHEDS_THE_CASE_OF_RIVER_WATERSHEDSUCURI_BONITO-MS_BRAZIL)
- Stevanović, Z. (2015). *Karst aquifers: characterization and engineering*. Professional Practice in Earth Sciences. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-12850-4>
- Van Beynen, P. E., & Van Beynen, K. M. (2011). Human disturbance of karst environments. In Van Beynen (Ed.), *Karst Management* (pp. 379-397). Springer. <https://doi.org/10.4311/2011SS0217>
- Van Beynen, P. E., Brinkmann, R., & Van Beynen, K. M. (2012). A sustainability index for karst environments. *Journal of Cave and Karst Studies*, 74(2), 221-234. <https://doi.org/10.4311/2011SS0217>
- Wu, P., Tang, C., Zhu, L., Liu, C., Cha, X., & Tao, X. (2009). Hydrogeochemical characteristics of surface water and groundwater in the karst basin, southwest China. *Hydrol Process*, 23, 2012-2022. <https://doi.org/10.1002/hyp.7332>



**Cita bibliográfica:** Smichowski, H., Contreras, F. I., & Giese, A. C. (2022). Seguimiento de la extensión areal de los humedales subtropicales del noreste de Argentina mediante la aplicación de Google Earth Engine. *Investigaciones Geográficas*, (78), 131-152. <https://doi.org/10.14198/INGEO.21343>

# Seguimiento de la extensión areal de los humedales subtropicales del noreste de Argentina mediante la aplicación de Google Earth Engine

*Monitoring the surface area of the subtropical wetlands of northeastern Argentina using the Google Earth Engine*

Humberto Smichowski<sup>1\*</sup> 

Felix Ignacio Contreras<sup>2</sup> 

Adriana Carolina Giese<sup>3</sup> 

## Resumen

El estudio sobre las fluctuaciones de los niveles de agua en los humedales como respuestas a la variabilidad pluviométrica, es el punto de partida si se pretende lograr su conservación y/o uso sustentable como recurso. En este sentido, utilizando Google Earth Engine, en este trabajo se realiza como estudio de caso un seguimiento de la variación espacio-temporal de la superficie de los humedales subtropicales en el noreste de Argentina desde 1990 hasta el 2020 en periodos quinquenales. Para ello, fueron procesadas 931 escenas de Landsat sobre las cuales se generaron máscaras de nubes, compuestos de calidad basados en índices de agua y se extrajeron las cubiertas de agua con técnicas de umbrales. Para el análisis climático, se correlacionaron datos pluviométricos directos, índices de precipitaciones y los efectos del El Niño-Oscilación del Sur. Los resultados indican con alta precisión que existe una gran diferencia entre momentos húmedos y secos, con máximos que superan el 60 % del área cubierta con agua y mínimos menores al 5 %. Se comprobó la relación directa entre los montos pluviométricos y las extensiones de agua en superficie y la elasticidad del sistema. Los resultados obtenidos se consideran muy valiosos para la gestión integral de los recursos hídricos y del riesgo.

**Palabras clave:** Humedales subtropicales; Google Earth Engine; Variabilidad pluviométrica; Corrientes.

## Abstract

The study of water level fluctuations in wetlands in response to rainfall variability represents a starting point for their conservation and/or use as a sustainable resource. In this respect, by using Google Earth Engine, this contribution constitutes a case study of the spatio-temporal variation of the surface area of the subtropical wetlands in northeastern Argentina from 1990 to 2020 in five-year periods. For this purpose, we processed 931 Landsat scenes, generating cloud masks, and quality composites based on water indices, and extracted water covers using thresholding techniques. For climate analysis, we correlated direct pluviometric data, precipitation indices and the effects of the El Niño-Southern Oscillation. The results obtained accurately indicate a large difference between wet and dry times, with maximums exceeding 60% of the area covered with water and minimums of less than 5%. The findings also show that there is a direct relationship between rainfall amounts and surface water expanses and the system's elasticity. The results are considered to be highly valuable for integrated water resources and risk management.

**Keywords:** Subtropical wetlands; Google Earth Engine; Rainfall variability; Corrientes.

1 Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CONICET – UNNE), Argentina. [cepismichowski@gmail.com](mailto:cepismichowski@gmail.com). \* Autor para correspondencia  
2 Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CONICET – UNNE), Argentina. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura – Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. [figcontreras@hotmail.com](mailto:figcontreras@hotmail.com)  
3 Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CONICET - UNNE), Argentina. [carolina.giese@gmail.com](mailto:carolina.giese@gmail.com)

## 1. Introducción

Monitorear la distribución del agua superficial en varios entornos es esencial para la gestión integral de los recursos hídricos y para respaldar el diseño de políticas asociadas, que resultan fundamentales en la promoción del bienestar ambiental natural contribuyendo al desarrollo humano mediante un uso sostenible del recurso (Xia et al., 2019; Wen et al., 2021). La comprensión de la dinámica del agua constituye una herramienta que permite minimizar los riesgos ambientales (como las inundaciones), o bien reducir al mínimo los impactos ambientales generados por las actividades humanas (Contreras & Paira 2017; Li et al., 2021). El agua superficial posee un rol significativo en la regulación de las condiciones atmosféricas, el ciclo biogeoquímico, el balance energético de la superficie, el mantenimiento de los ecosistemas, entre otros (Wang et al., 2018).

Con el desarrollo de diferentes índices de agua, como el Índice de diferencia de agua normalizado (NDWI) y el Índice de diferencia de agua normalizado modificado (mNDWI), la identificación de esta cobertura se volvió más eficiente. En este sentido, se han utilizado variedad de sensores remotos para estimar el área de inundación y determinar las extensiones areales de las coberturas con agua (Wang et al., 2018). En la actualidad, se pueden citar numerosos estudios donde se aplica teledetección con estos fines (Wang et al., 2018; Che et al., 2019; Xia et al., 2019; Wen et al., 2021; Li et al., 2021; Bi et al., 2020; Sisay, 2016; Clement et al., 2018; Uddin et al., 2019; DeVries et al., 2020).

El avance de las tecnologías espaciales ha ayudado a adquirir información valiosa al proporcionar grandes cantidades de imágenes que cubren la superficie de la Tierra durante un período de 40 años. Sin embargo, tradicionalmente, la adquisición y el almacenamiento de datos y la multitud de marcos de procesamiento geoespaciales, son obstáculos importantes para aprovechar al máximo estas imágenes, especialmente en aplicaciones a gran escala y a largo plazo (Bi et al., 2020). Google Earth Engine (GEE) surge como una alternativa para eliminar la limitante computacional de algunos usuarios en analizar gran cantidad de datos producidos durante todos los años de sensoramiento remoto (Perilla & Mas, 2020). La plataforma de procesamiento y desarrollo GEE posibilita el acceso a petabytes de imágenes satelitales y conjuntos de datos espaciales en la nube, para su análisis a escala planetaria (Xia et al., 2019). Además, se encuentra vinculada directamente a varios programas satelitales (Landsat, Sentinel, MODIS, etc.) que permiten integrar en las bases de datos las imágenes que acaban de ser tomadas, transformándose en una solución innovadora para afrontar problemas globales, dando resultados con celeridad (Gorelick et al., 2017)

Gracias al desarrollo de la plataforma GEE, se elaboraron mapas globales de extensión de agua en superficie (Pekel et al., 2016). Sin embargo, el método automático para una escala global, no asegura su veracidad a una escala regional. La diversidad de características locales puede generar inconsistencias en la precisión de los resultados. Por otra parte, no es frecuente encontrar investigaciones relacionadas con la dinámica de las aguas superficiales regionales y los análisis de los factores que las originan (Wang et al., 2018).

El continente sudamericano tiene un vínculo muy estrecho con los humedales, ya sea desde una perspectiva ecológica y/o socio-económica (Neiff, 2021). Según Neiff (2021) la mayor cantidad de agua superficial de Sudamérica se produce en clima tropical y subtropical, la cual tienen un origen pluvial. Es por ello que surge la necesidad de realizar un seguimiento de las respuestas de estos humedales a la variabilidad pluviométrica, y en este marco, la provincia de Corrientes ubicada al noreste de la República Argentina, se encuentra influenciada por el paso del río Paraná y su mega abanico aluvial, el cual define las características geomorfológicas de la región. Las reducidas pendientes y las dificultades para el drenado de las aguas pluviométricas hacen que toda el área sea anegadiza, con esteros y cañadas, y lentos escurrimientos, como principales rasgos distintivos (Herbst & Santa Cruz, 1999; Iriondo, 2011). El paisaje de la región es muy sensible ante variaciones en las cantidades precipitadas, generando riesgos de inundaciones y limitando el desarrollo de actividades productivas (Contreras et al., 2020; Aliaga & Piccolo, 2021). Por lo tanto, realizar un análisis de variabilidad pluviométrica resulta esencial para comprender la dinámica del agua superficial en la zona.

El objetivo del trabajo fue analizar la extensión areal del agua superficial en humedales pluviales subtropicales relacionados a mega abanicos fluviales, desde 1990 hasta la actualidad, utilizando imágenes de la constelación Landsat trabajadas sobre la plataforma Google Earth Engine y aplicando Sistemas de Información Geográfica. En este sentido, el área de estudio propuesta se ubica al noroeste de la provincia de Corrientes (Argentina), que se encuentra por completo dentro del mega abanico fluvial del río Paraná. Se pretende establecer las extensiones máximas y mínimas de agua en superficie para períodos de 5 años, en relación con la variabilidad pluviométrica de la región. Con los resultados de este trabajo se busca contribuir con el conocimiento acerca de las dinámicas naturales de los humedales frente a la variabilidad

pluviométrica regional y con ello generar herramientas para la conservación de estos ambientes; como también en mitigar los impactos socioambientales resultantes de dicha interacción.

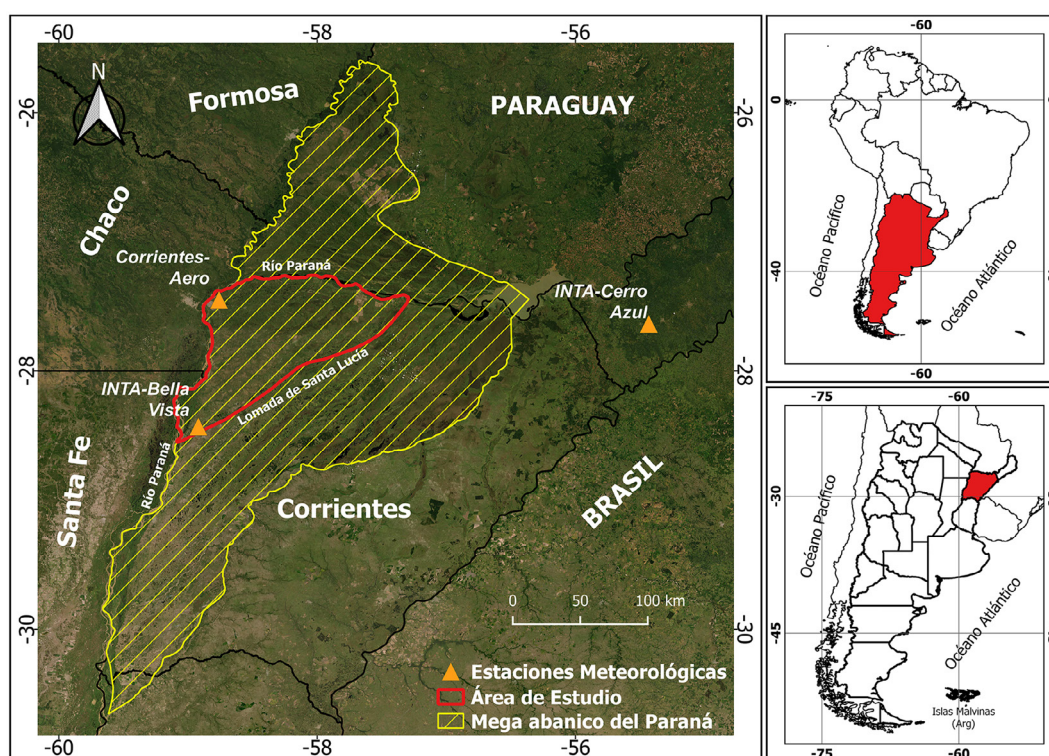
## 2. Metodología

La metodología fue planificada para distinguir zonas con agua en superficie con la mayor precisión posible. En primer lugar, se procesaron las imágenes satelitales en GEE. Luego, combinando procesamientos en Sistemas de Información Geográfica con el tratamiento de imágenes satelitales, fueron obtenidos los umbrales óptimos y construidas las máscaras de agua para cada período. Por último, se calcularon las áreas con extensión mínima y máxima de agua y se generaron las salidas gráficas. El análisis climático se realizó combinando datos pluviométricos directos medidos por estaciones meteorológicas, datos obtenidos del Índice Estandarizado de Precipitación y Evapotranspiración (SPEI), e información del Niño y la Niña adquirida de la Oficina Nacional de Administración Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA, 2021).

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio comprende al triángulo noroccidental de la provincia de Corrientes (Argentina), limitada al norte y al oeste por el río Paraná y por las lomadas de Santa Lucía en todo el sudeste (Figura 1). Posee una superficie total de 12.110 km<sup>2</sup> y se encuentra emplazada sobre el mega abanico fluvial del río Paraná, que define sus principales características fisiográficas.

Figura 1. Área de Estudio



Elaboración propia

El río Paraná ingresa a la planicie mesopotámica generando un gran abanico fluvial que se extiende 260 km de E a W y 500 km de N a S, ocupando el sur de Paraguay y el noroeste de la provincia de Corrientes (Iriando, 2010). Durante el Cuaternario Superior, el Paraná fue creando cursos relativamente estables que finalmente fueron abandonados por la corriente principal y sustituidos por grandes áreas anegadizas localmente conocidas como esteros y por cursos autóctonos como San Lorenzo, Empedrado, Sombrero y Riachuelo (Contreras & Contreras, 2017). En este escenario, las áreas elevadas están representadas por las lomadas arenosas, que son antiguas llanuras aluviales de los cauces abandonados del río Paraná, elevadas unos 10 metros por encima de las planicies circundantes, delimitando las áreas de escurrimiento. (Contreras & Contreras, 2017).

En esta región, en las áreas interfluviales, cuyos paisajes no corresponden al de las lomadas arenosas, el drenaje superficial es muy pobre y el agua precipitada discurre de forma muy lenta, manteniéndose en el ambiente durante varios días luego de eventos de precipitaciones importantes (Iriondo, 2011). El servicio ecosistémico que ofrecen estos humedales se vincularía con la retención del agua meteórica y la amortiguación de la misma en eventos extremos de inundación, atenuando los picos de los hidrogramas y, en consecuencia, retardando la salida del agua del sistema (Popolizio, 1981).

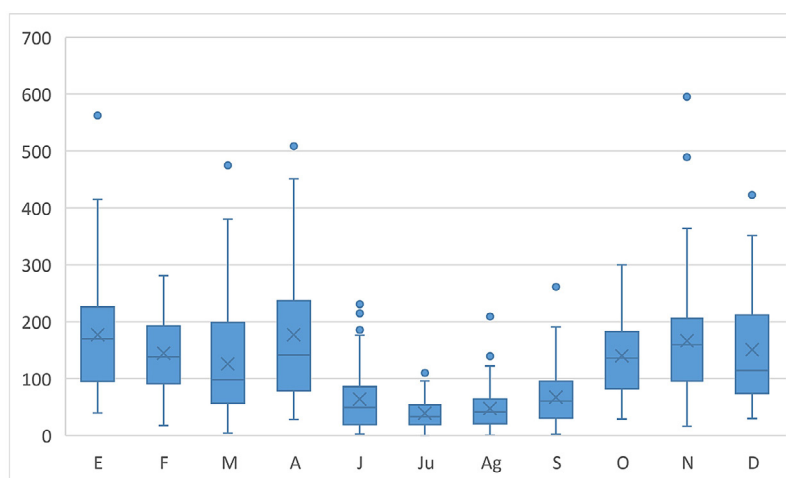
Las cuencas exhiben en general tres sectores, de los cuales solo el final representa un curso fluvial encauzado. Los sectores medio y superior tienen gran dificultad de avenimiento y están sometidos a inundaciones estacionales, permitiendo únicamente actividades ganaderas y cultivo de arroz (Herbst & Santa Cruz, 1999).

Uno de los rasgos distintivos del paisaje de lomadas arenosas es la gran cantidad de lagunas, descritas como pequeñas lagunas circulares (Contreras & Contreras, 2017). No obstante, estos cuerpos de agua someros cobran importancia, ya que, al responder rápidamente a la variación climática local, actúan como centinelas que permiten detectar cambios vinculados a eventos meteorológicos (Martínez et al., 2021). En este sentido el 24 % de las lagunas se seca por completo en años de sequías extremas. Esto permite dar cuenta de la limitada capacidad de amortiguación hídrica que poseen y permite explicar la razón por la que en períodos húmedos o luego de lluvias intensas, grandes extensiones de tierra, que se encuentran próximas a ellas, quedan anegadas o inundadas (Contreras & Paira, 2017).

Al constituir la parte positiva del relieve, las lomadas arenosas adquieren gran importancia para la sociedad. Todas las actividades vinculadas al desarrollo humano, como el crecimiento espacial de las ciudades y las actividades agrícolas y forestales, generan una fuerte demanda por este paisaje debido a su desarrollo espacial y la necesidad de ocupar áreas con buen drenaje. No obstante, pese a tratarse de un ambiente sobre elevado, estas lomadas arenosas poseen una densidad lacustre del 20 % (Contreras & Contreras, 2017; Contreras et al., 2020), motivo por el cual los riesgos asociados al anegamiento o inundación no quedarían excluidos en las mismas.

Si bien la temperatura media anual es de 21° C, las temperaturas máximas pueden superar los 40° C desde finales de septiembre hasta mediados de marzo. Se registran 1.400 mm de precipitaciones anuales en promedio (Contreras et al., 2020) y presentan grandes contrastes en su distribución a lo largo del año, siendo mínimas en invierno; es decir que posee un clima subtropical con estación seca (Figura 2). Sin embargo, es en este período donde hay un mayor número de registros atípicos mensuales. Durante los meses de más cálidos a partir de mediados de la primavera a mediados del otoño, de noviembre a abril, las precipitaciones mensuales pueden superar los 400 mm, produciéndose una cuarta parte del total de los montos anuales observados, fundamentalmente, por las lluvias de tipo ciclónicas y de inestabilidad local (tipo conectivas) por recalentamiento de la superficie (Contreras et al., 2020). Esto, sumado a las escasas pendientes regionales, hace que el ambiente sea extremadamente anegadizo, convirtiéndose en un factor limitante para los asentamientos humanos y el desarrollo de actividades productivas como la agricultura y la forestación de bosques implantados.

Figura 2. Variabilidad de las precipitaciones medias mensuales (mm), con datos de mediana incluida y registros atípicos de la ciudad de Corrientes (Argentina). Período 1962-2021



Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN). Elaboración propia

## 2.2. Preparación de las imágenes

La distribución del agua superficial puede variar con frecuencia anual, estacional o mensualmente. Para adquirir más información sobre su extensión, se utilizó una serie temporal extensa de imágenes Landsat del área de estudio. Las mismas tienen una resolución espacial de 30 m<sup>2</sup>, por lo que se las consideró adecuadas para monitorear las cubiertas terrestres regionales (Wang et al., 2018).

La cobertura completa del área de estudio se logra con mosaicos de 6 Path/Rows (227/79, 227/80, 226/79, 226/80, 225/79, 225/80). En este estudio, se adquirieron imágenes ortorrectificadas con corrección de reflectancia a nivel de superficie y calibradas por Landsat del Servicio Geológico de los Estados Unidos (USGS) para los años 1990 hasta 2020, disponibles en GEE como colecciones de imágenes. GEE cuenta con una amplia base de datos de información espacial que incluye los catálogos completos de Landsat, Sentinel, MODIS, entre otros, ofreciendo a los usuarios la capacidad de trabajar con serie de imágenes en simultáneo a través de modelos de Python y JavaScript, lo que facilita el procesamiento de grandes volúmenes de datos (Gorelick et al., 2017; Liss et al., 2017; Anaya et al., 2018).

El total de 931 imágenes seleccionadas se ha logrado a partir del filtrado de la colección completa de Landsat disponible para el período, teniendo en cuenta un bajo porcentaje nubosidad. A aquellas imágenes que aun presentaban cobertura nubosa significativa, se les realizaron máscaras utilizando la función interna *SimpleCloudScore* implementada en GEE, que elimina píxeles con diferente valor de nubosidad determinado por el usuario (GEE, 2021a).

En la Tabla 1, se proporcionó información sobre las imágenes Landsat *Thematic Mapper (TM)*, *Enhanced Thematic Mapper (ETM+)* y *Operational Land Imager (OLI)* utilizadas en este estudio para cada período.

Tabla 1. Cantidad de imágenes seleccionadas por intervalos de cinco años.

Período	Satélite	Recuento de Imágenes
1990-1995	Landsat 5 TM	97
1995-2000	Landsat 5 TM	121
2000-2005	Landsat 5 TM	129
2005-2010	Landsat 5 TM	134
2010-2015	Landsat 7 ETM+	213
2015-2020	Landsat 8 OLI	237

Elaboración propia

## 2.3. Máscaras de agua

Dado que existe una gran variación en el agua superficial dentro de un año dado, para obtener información sobre la misma, se calcularon sus extensiones mínimas y máximas para cada período. En este estudio el agua superficial mínima significa agua superficial permanente y el agua superficial máxima significa toda el agua superficial estacional.

Para la identificación de superficies cubiertas con agua, se utilizaron índices espectrales por sobre clasificaciones de imágenes ya que en general, su utilización resulta más eficaz (Dornes et al., 2016; Sisay, 2016; Brendel et al., 2019). En este sentido, se calcularon los índices, Normalized Difference Water Index (NDWI) (Gao, 1996), Modified Normalized Difference Water Index (mNDWI) (Xu, 2006), Automated Water Extraction Index (AWEI) (Feyisa et al., 2014). Para obtener la extensión mínima de agua (agua permanente) se utilizó el índice Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) (Richardson & Wiegand, 1977):

$$\begin{aligned} \text{NDWI} &= (\text{NIR}-\text{SWIR}) / (\text{NIR}+\text{SWIR}) \\ \text{NDWI} &= (\text{GREEN}-\text{SWIR}) / (\text{GREEN}+\text{SWIR}) \\ \text{AWEI} &= 4 * (\text{GREEN}-\text{MIR}) - (0,25 * \text{NIR} + 2,75 * \text{SWIR}) \\ \text{NDVI} &= (\text{NIR}-\text{RED}) / (\text{NIR}+\text{RED}) \end{aligned}$$

Los índices fueron calculados para cada imagen de la colección y añadidos como bandas espectrales a través de la función. `map()` (Smichowski et al., 2021), cuyos umbrales se detallan en el próximo apartado.

El método *QualityMosaic* introducido en GEE construye un compuesto en el que cada pixel es tomado en función de la imagen de la colección que contenga el valor máximo para la banda especificada (GEE, 2021b). Con las bandas NDWI, mNDWI y AWEI se crearon imágenes de mosaico de calidad que se componen de los píxeles “más húmedos”, mientras que la banda NDVI se usó para crear un mosaico compuesto de los píxeles “más verdes” (Wang et al., 2018). La imagen más húmeda representa la máxima agua superficial posible en los períodos estudiados y la imagen más verde muestra la mayor extensión de vegetación observada en los períodos estudiados con una extensión mínima de agua superficial. No obstante, se corroboraron los resultados para evitar errores de clasificación debido a la presencia de afloramientos algales o por la presencia de macrófitas flotantes, localmente conocidos como embalsados. Se generaron cuatro mosaicos por período, uno por cada índice espectral calculado, dando un total de 24 mosaicos, los cuales fueron exportados para su posterior tratamiento con sistemas de información geográfica.

#### 2.4. Sistemas de Información Geográfica

A fin de establecer un límite para diferenciar de manera precisa los píxeles “con y sin agua”, se utilizaron técnicas de umbrales sobre los compuestos generados en GEE (Arellano et al., 2017; Anaya et al., 2018; Feng et al., 2016; Li et al., 2021). Para ello, se realizaron múltiples clasificaciones con valores en incrementos de 0,05 (0,1; 0,15; 0,2...; n). Esto permitió definir los umbrales más groseros, para luego disminuir el valor de incremento a 0,05, con el fin de aumentar la precisión del ajuste. Cada nuevo valor asignado como umbral, definió un nuevo mapa de “agua y no agua” y se calcularon los errores de comisión y omisión, estableciendo el umbral como el valor mínimo de la suma de los errores (Smichowski et al., 2021). Los umbrales de clasificación para detectar superficie con agua quedaron definidos de la siguiente manera: mNDWI > 0; NDWI > 0,35; AWEI > 0,1.

Los mapas fueron contrastados con información de referencia como un modelo digital de elevación, imágenes de alta resolución y mapas globales de agua en superficie (Pekel et al., 2016) corroborando su validez. También se realizaron correcciones ópticas sobre áreas con conocimiento de campo y se estimaron la precisión y los errores. Por último, se realizaron mosaicos entre las máscaras calculadas sobre NDWI, mNDWI y AWEI, para obtener un único mapa de cobertura de sobre el cual calcular las superficies máxima y mínima para la región.

#### 2.5. Análisis climático

Los datos de mediciones directas de precipitaciones fueron obtenidos de la estación meteorológica de Corrientes (Corrientes Aero), cuya serie de tiempo está comprendida entre los años 1962 y 2021, y la estación del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) - Bella Vista. También se utilizó la información de la estación del INTA - Cerro Azul (Misiones) que, si bien se encuentra fuera del área de estudio, es la única estación con la serie completa de datos hacia el este. Se realizaron análisis de Anomalías de Precipitaciones (Gómez, 2019; Gil-Guirado & Pérez-Morales, 2019) con el fin de definir años húmedos y secos dentro de cada período y establecer tendencias.

La relación de las Anomalías de Precipitaciones, para cada año, con el *Oceanic Niño Index* (ONI) se evaluó mediante regresión lineal múltiple utilizando la estación meteorológica como variable categórica. Además, se avaluaron las relaciones de la superficie máxima de agua superficial con la precipitación acumulada por período y de la superficie mínima de agua superficial con la precipitación anual más baja durante el período, utilizando los datos de la estación meteorológica Corrientes Aero, mediante regresiones lineales. Los supuestos de las regresiones lineales se evaluaron mediante pruebas de normalidad de Shapiro-Wilk, pruebas de homocedasticidad de Breusch-Pagan (Breusch & Pagan, 1979) y visualmente usando gráficos Q-Q y de residuos estandarizados *versus* valores ajustados. Todos los análisis se llevaron a cabo en el lenguaje estadístico R (R Core Team, 2021).

Los análisis fueron complementados con información del Índice de Evapotranspiración y Precipitación Estandarizada (SPEI por su sigla en inglés), el cual tiene en cuenta en su formulación tanto las precipitaciones como la evapotranspiración potencial en su formulación para expresar las relaciones de oferta y demanda de agua, a fin de comprender las influencias del cambio climático (Vicente-Serrano et al., 2012; Martínez et al., 2021). El conjunto de datos corresponde al punto de cuadrícula Lat. -28,25 y Long: -58,25, cuya resolución espacial es de 0,5 °, descargados del sitio web ([spei.csic.es](http://spei.csic.es)). Los valores normales del índice poseen un rango de -0,99 a 0,99 siendo los valores positivos los que indican eventos



de exceso mientras que los valores negativos muestran eventos de sequía. Estos valores pueden ser utilizados con distintas escalas temporales, siendo el SPEI 1 el que muestra un análisis mensual y el SPEI 12 del mes 12 para análisis anual (Contreras & Duval, 2021). A su vez, toda esta información fue asociada a la intensidad de los eventos Niño y Niña registrados dentro del período, con información adquirida del Oceanic Niño Index (NOAA, 2021). Se construyó una tabla que relaciona las variables utilizadas para el análisis climático (ONI, Anomalía de precipitaciones y SPEI 12) para cada uno de los 31 años de estudio.

Tabla 2. Interpretación de las Anomalías de Precipitaciones, SPEI y ONI

Anomalías de Precipitaciones		SPEI		ONI	
0-29	Muy por debajo de lo normal	>-2	Extremadamente seco	>-2	Niña muy Fuerte
30-59	Moderadamente por debajo de lo normal	-1,5 a -2	Severamente seco	-1,5 a -1,9	Niña Fuerte
60-89	Ligeramente por debajo de lo normal	-1 a -1,5	Moderadamente seco	-1 a -1,4	Niña Moderada
90-109	Normal	-0,1 a 0,1	Normal o aproximadamente normal	-0,5 a -0,9	Niña Leve
110-139	Ligeramente por encima de lo normal	1 a 1,5	Moderadamente húmedo	0,4 a -0,4	Normal
140-169	Moderadamente por encima de lo normal	1,5 a 2	Muy húmedo	0,5 a 0,9	Niño Leve
>170	Muy por encima de lo normal	>2	Extremadamente húmedo	1 a 1,4	Niño Moderado
				1,5 a 1,9	Niño Fuerte
				>2	Niño muy Fuerte

Fuente: Gómez, 2019; Martínez et al., 2021. Elaboración propia

### 3. Resultados

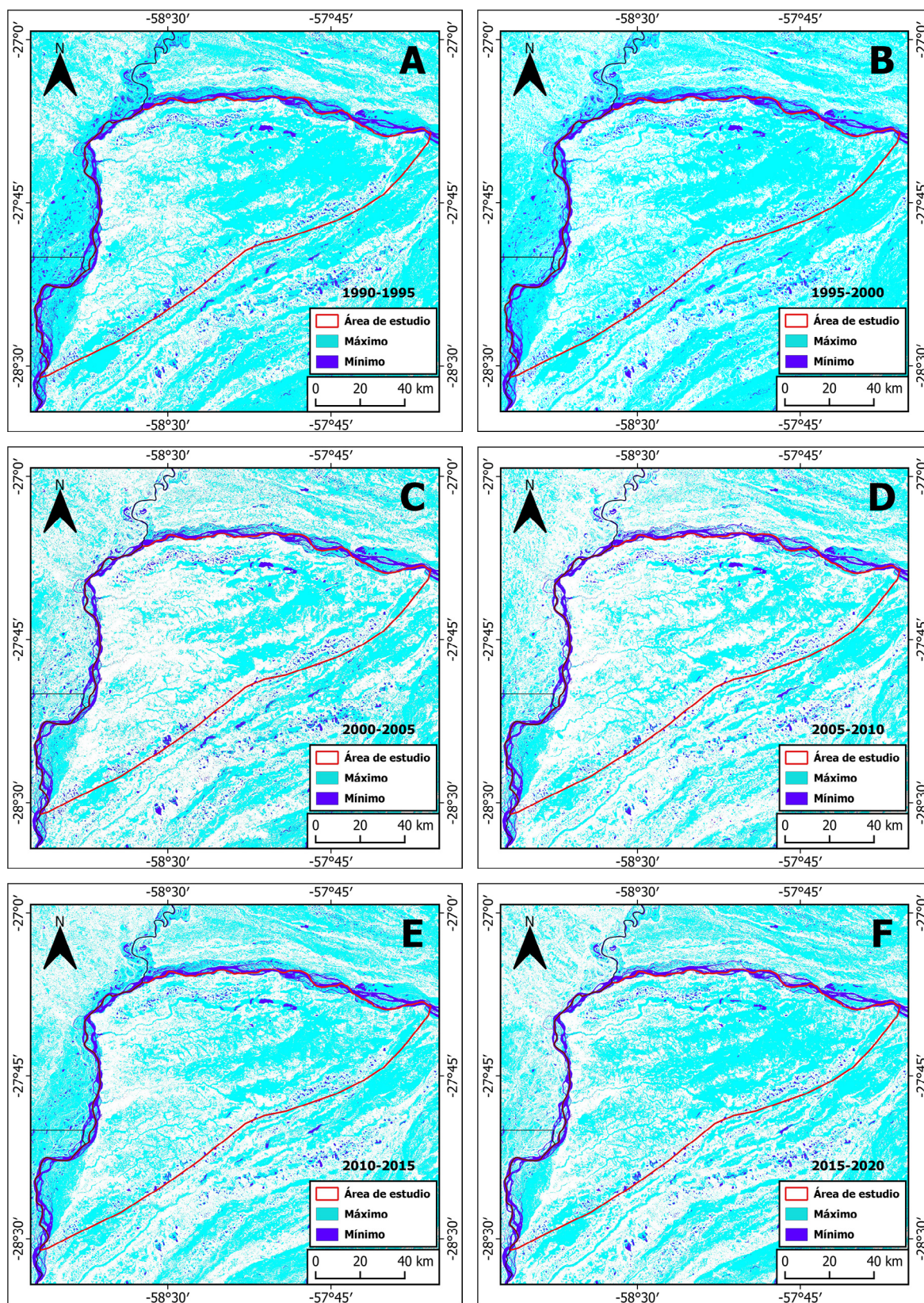
A continuación, se presentaron los mapas con las máscaras de agua mínima y máxima confeccionadas para los diferentes períodos trabajados (Figura 3), en los cuales se observan marcadas diferencias entre la porción oriental y occidental, preferentemente en períodos de sequía. Esta situación se explica por dos variables principalmente. La primera, asociada al gradiente pluviométrico donde en el extremo este del área de estudio precipitan anualmente 200 mm más. En segundo lugar, y quizás el condicionante más significativo, es la morfología del relieve. Al oriente, el escurrimiento es de tipo laminar, cubriendo grandes extensiones anegadizas, localmente conocidos como esteros y cuya principal característica, es la presencia de agua superficial durante todo el año. Por el contrario, sobre el extremo occidental, estos escurrimientos se encauzan formando ríos y arroyos, cuyas inundaciones, y en consecuencia, la cobertura con agua en sus llanuras aluviales, sólo registran agua luego de eventos pluviométricos de magnitud considerable. Además, se construyó una tabla donde se muestran las superficies de agua calculadas, donde se evidencian evidentes diferencias entre los diferentes períodos (Tabla 3).

Tabla 3. Superficie con agua máxima y mínima por período

	Período	Máxima (área km <sup>2</sup> )	Máxima (%)	Mínima (área km <sup>2</sup> )	Mínima (%)
A	1990-1995	6.644	54,86	585	4,83
B	1995-2000	7.498	61,92	576	4,76
C	2000-2005	4.540	37,49	578	4,77
D	2005-2010	4.368	36,07	554	4,57
E	2010-2015	4.944	40,83	518	4,28
F	2015-2020	5.803	47,92	510	4,21

Elaboración propia

Figura 3. Cobertura máxima y mínima de agua en cada periodo analizado



A. Periodo 1990-1995. B. Periodo 1995-2000. C. Periodo 2000-2005. D. Periodo 2005-2010. E. Periodo 2010-2015.  
F. Periodo 2015-2020

Elaboración propia

### 3.1. Análisis de precisión

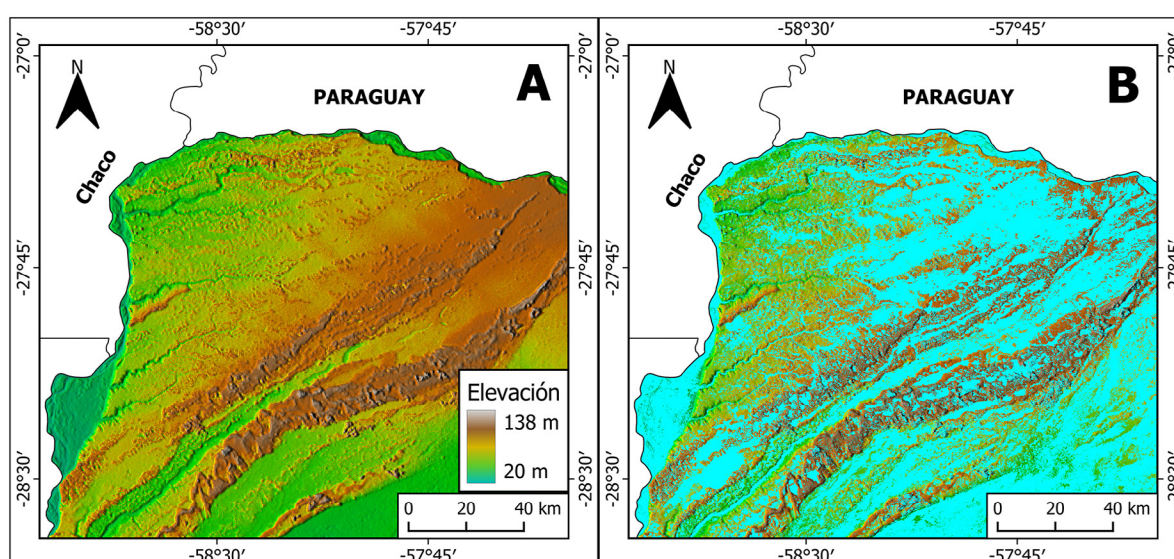
Las muestras para la validación se tomaron de manera digital sobre imágenes satelitales como áreas de entrenamiento. Estas fueron adquiridas sobre áreas inundables, cuyas unidades de paisaje fueron identificadas por Contreras y Contreras (2017) y se validaron teniendo como referencia un modelo digital de elevación (Figura 4). Como se muestra en la Tabla 4, se calcularon precisión general, verdad en el terreno y los errores de comisión y omisión para cada mosaico de calidad construido por periodo. En todos los casos la precisión fue alta, superior al 85 % y los promedios de precisión superaron el 93 %; mientras que el error global inferior al 6 %, mostrando que los resultados de la extracción de agua superficial son consistentes con la realidad del terreno.

Tabla 4. Cálculo de precisión y error

Índice	Precisión y errores (%)	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
NDWI Umbral > 0,35	Precisión general	93	93	92,6	96,5	88,2	92,8
	Verdad terreno	96	98,2	92,3	96,2	85,3	91,2
	Comisión	5,6	7,4	4,9	1,8	2	1,3
	Omisión	4	1,8	4,8	3,5	14,7	8,8
mNDWI Umbral > 0	Precisión general	98,2	96,1	92,7	96,5	89,6	94,2
	Verdad terreno	98	98,1	94,9	96,8	87,1	93,2
	Comisión	0,5	3,5	7,1	2,2	1,8	1,3
	Omisión	2	1,9	5,1	3,2	12,9	6,8
AWEI Umbral > 0,1	Precisión general	97,8	96,3	92,6	96,5	88,6	93,7
	Verdad terreno	97,3	98,1	93,8	96,5	85,5	92,2
	Comisión	0,3	3,2	6,2	6,6	1,5	1
	Omisión	2,8	1,9	6,2	3,5	14,5	7,8
NDVI Umbral > 0,3	Precisión general	99,5	98,9	99,2	98,2	97,9	97
	Verdad terreno	98,5	99,9	97,1	94	93,2	89,9
	Comisión	0	1,4	0	0	0	0
	Omisión	1,5	0	2,9	6	6,9	10

Elaboración propia

Figura 4. Comparación máscara de agua máxima en superficie y modelo digital de elevación (DEM)



A. MDE área de estudio. B. MDE área de estudio con máscara de agua

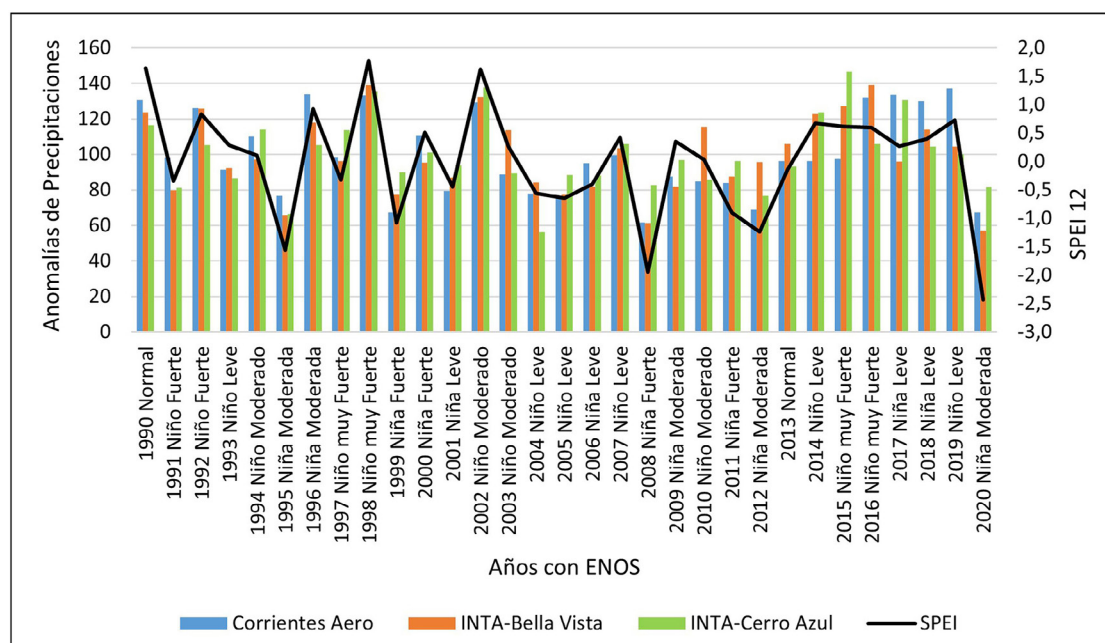
Fuente: SRTM. Elaboración propia

En la cartografía A (Figura 4), las áreas que aparecen como elevaciones son las lomadas arenosas descritas anteriormente, mientras que las zonas más planas de inter-lomadas es donde se encuentran los esteros y cañadas. Es posible advertir en la cartografía B que las lomadas arenosas se encuentran libres de agua debido a que tienen mejor drenaje, mientras que donde mayor superficie de agua se distingue es en todas las zonas de esteros. Es posible corroborar que las máscaras de agua coinciden con lo que sucede en el terreno, respetando de forma clara la topografía.

### 3.2. Análisis climático

Los valores del ONI en la región variaron entre -1,7 y 2,6 para los años comprendidos entre 1990 y 2020. La regresión lineal que modela la relación de las Anomalías de Precipitaciones con el Oceanic Niño Index mostró una relación positiva significativa entre las variables (intercepto =  $97,9 \pm 2,11$ ; pendiente =  $7,24 \pm 1,54$ ; g.l. = 91; valor t = 4,71; valor p < 0,001) y un coeficiente de correlación de Pearson  $r = 0,44$ , donde no se observan diferencias para las tres estaciones (valor F  $\approx 0$ ; valor p  $\approx 1$ ). La Figura 5 muestra la relación entre los eventos Niño o Niña por año y su intensidad, las anomalías calculadas en base a los datos de medición directa y el SPEI 12.

Figura 5. Análisis climático



Fuente: NOAA, Servicio Meteorológico Nacional, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria y SPEI. Elaboración propia

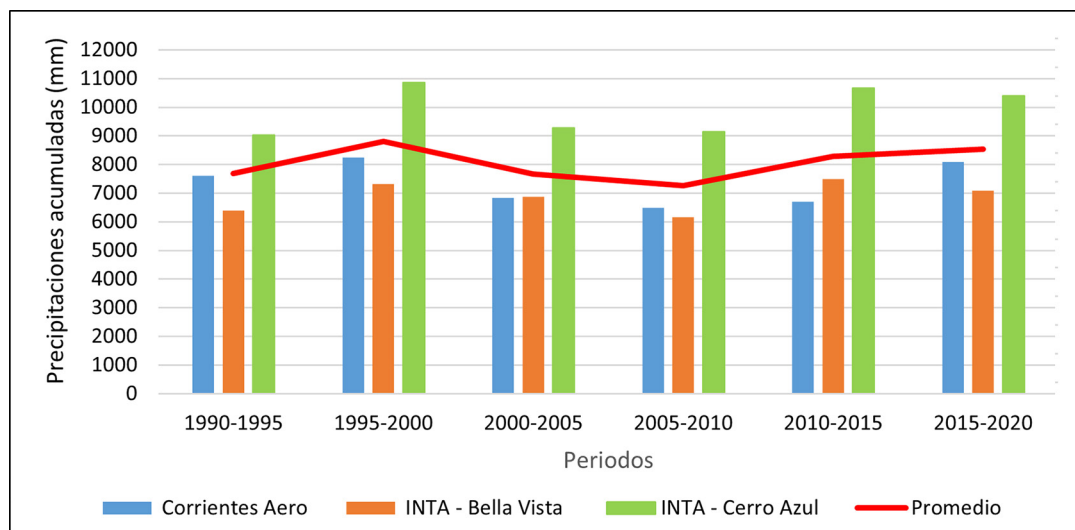
Respecto a la variabilidad climática, en la Figura 5 se pudo observar la relación existente entre el ENOS y los montos pluviométricos. En general, en los años donde se manifiesta un evento El Niño, las precipitaciones son mayores que lo normal (1.400 mm anuales de promedio), mientras que cuando se desarrolla un año La Niña, las precipitaciones son menores que el valor medio. Sin embargo, existen excepciones como el año 1990, donde se observó un año normal si se tiene en cuenta el ENOS (ONI = 0,3), pero tanto el análisis de anomalías (120), como el índice SPEI (1,64) denotan un año con precipitaciones por encima de lo normal para la región. Algo semejante se pudo ver para el año 1996, donde el desarrollo del evento de La Niña no repercutió en precipitaciones bajas, mientras que, en los años 2003 y 2010, donde si bien se ven años de El Niño, las precipitaciones fueron bajas.

En cuanto a los momentos húmedos y secos, si bien se observó diferencias entre años consecutivos, es posible establecer tres grandes períodos generales que se reflejan de manera notoria en las precipitaciones acumuladas y sus promedios por período. El primer segmento comprende desde 1990 a 1998, donde se observó un período húmedo, cuyos años, en su mayoría, se corresponden con precipitaciones por encima de la media (1.400 mm anuales) y supremacía de años El Niño sobre años La Niña, donde únicamente se percibe al año 1995 como año seco (SPEI = -1,56) dentro del período. En un segundo momento se

percibió que la tendencia se invierte, con una continuidad de años con lluvias por debajo de lo normal (1.400 mm anuales) y preminencia de años La Niña, con el año 2002 como único año húmedo según datos del SPEI. Por último, a partir del año 2014 el proceso se revirtió y nuevamente se encadenaron años húmedos con más frecuencia de eventos de El Niño (4) que de La Niña (2), el cual se interrumpe con la sequía extrema del año 2020 (Tabla 5).

La Figura 6 muestra las precipitaciones acumuladas por período quinquenal para cada estación meteorológica y el promedio de las 3 estaciones. Se advierte un comportamiento similar para todas las estaciones, aunque estas se encuentren a distancias importantes (300 km entre Corrientes y Cerro Azul, y 100 km entre Corrientes y Bella vista) unas de otras, denotando el carácter regional de las tendencias climáticas de las últimas tres décadas.

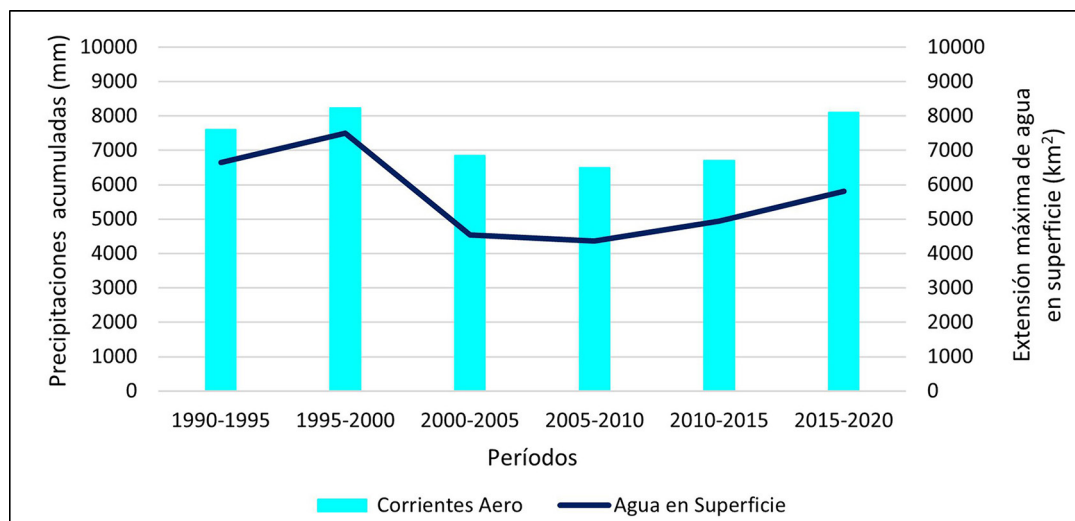
Figura 6. Precipitaciones acumuladas por período para estaciones meteorológicas y promedio entre estaciones



Fuente: SMN e INTA. Elaboración propia

La Figura 7 relaciona las precipitaciones de la estación Corrientes Aero con la extensión máxima de agua en superficie calculada con las técnicas de teledetección. Se percibe una relación directa entre ambas variables, observando cómo las máximas extensiones de agua en superficie se producen en los períodos de mayores precipitaciones.

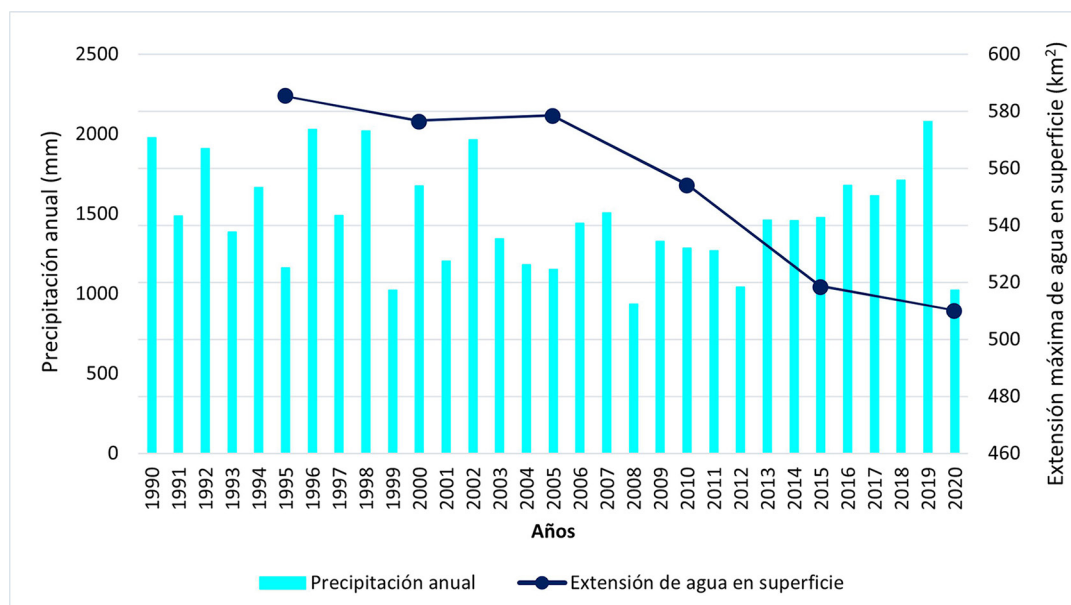
Figura 7. Precipitaciones acumuladas por período (Corrientes Aero) y extensión máxima de agua en superficie



Fuente: SMN. Elaboración propia

La regresión lineal entre la superficie máxima de agua superficial con la precipitación acumulada por período mostró una relación positiva significativa (g.l. = 4; valor  $t = 3,71$ ; valor  $p = 0,021$ ) y un coeficiente de correlación de Pearson  $r = 0,88$ . En cuanto a las extensiones de agua permanente (sequía), se observa una tendencia decreciente, casi constante, con un leve incremento entre los períodos 1995-2000 y 2000-2005. Esta tendencia diferente a la observada por los años húmedos se debe a los efectos de las sequías de 1995, 1999, 2008, 2012 y 2020 (Contreras, et al., 2020). Esto se puede ver en la Figura 8 que muestra las precipitaciones totales anuales de la estación Corrientes Aero y su relación con la extensión de agua permanente. La relación entre la superficie mínima de agua superficial con la precipitación anual más baja durante el período resultó no ser significativa (g.l. = 4; valor  $t = 1,34$ ; valor  $p = 0,252$ ).

Figura 8. Precipitaciones acumuladas anuales (Corrientes Aero) y extensión de agua permanente



Fuente: SMN. Elaboración propia

### 3.3. Análisis por período de la extensión superficial de la cobertura con agua

#### 3.3.1. 1990-1995

Se advirtió que existe una extensión de agua en superficie de 6.644 km<sup>2</sup> que representa casi el 55 % del área de estudio, es decir, que más de la mitad del área se encontró con agua en superficie en algún momento del período. Esto se debe principalmente a que en el período se dio un evento de El Niño Fuerte entre 1991 y 1992 y uno Moderado en el año 1994, los cuales impactaron en la región aumentando los niveles de precipitación. Esto ha hecho que, durante los años 1990, 1992 y 1994 lloviera por encima del valor medio (1.976,4; 1.909,9 y 1.666,4 mm/año respectivamente.). La extensión de agua permanente fue de 585 km<sup>2</sup>, un 4,83 % de la superficie total estudiada. Si bien la diferencia no es demasiado grande con otros períodos, es la extensión más amplia de agua permanente de toda la serie de tiempo estudiada y se explica porque en el período, no se advierte la presencia de un evento de sequía significativo.

#### 3.3.2. 1995-2000

Es el período con mayor extensión de agua en superficie y se debe a El Niño extraordinario sucedido entre fines del año 1997 y principio de 1998 (ONI = 2,4), uno de los momentos de eventos extremos más significativos registrados en la región. Para el año 1998, se observaron precipitaciones por encima de lo normal en todas las estaciones meteorológicas analizadas. La estación Corrientes Aero registró 2.019,3 mm y la estación INTA Bella Vista 1.932,1 mm en el año, siendo que ambas cuentan con un promedio de 1.400 mm/año, mientras que la estación INTA Cerro Azul, que tiene un promedio cercano a los 1.950 mm anuales, registró 2.692,6 mm/año. A su vez, el índice SPEI marcó que fue un año Muy Húmedo (1,77). Esto hizo que la extensión de agua en superficie ascienda a 7.498 km<sup>2</sup>, cubriendo más del 60 % del área total de estudio.

Por otra parte, la extensión de agua en momentos de sequía es menor que en el período anterior, a pesar del desarrollo de El Niño Extraordinario anteriormente mencionado, dando como resultado una reducción de la misma a 576 km<sup>2</sup>, un 4,76 % del área. Esto se debe al efecto de los eventos La Niña que se produjeron tanto al principio como al final del período.

### 3.3.3. 2000-2005

Para el período 2000-2005, se observó una disminución importante de la extensión máxima de agua en superficie, pasando a representar cerca de la mitad del período anterior (4.540 km<sup>2</sup> y 37,5 %). Esto se debe a que en cuatro de los cinco años que componen el período las precipitaciones estuvieron por debajo de lo normal (1.203; 1.344,3; 1.180,4 y 1.151,4 mm/año para los años 2001, 2003, 2004 y 2005 respectivamente), haciendo que la extensión máxima de agua en superficie disminuya (2.958 km<sup>2</sup>). Por otro lado, la ocurrencia de dos años de Niña fuerte (1999-2000) y una leve (2021), produjeron fuertes sequías a comienzos del período. Esto generó que el único evento El Niño importante en el período (2002-2003, ONI = 1,3), no impactara de manera significativa, siendo que las precipitaciones fueron moderadamente por encima de lo normal (1.962,4 mm) y el índice SPEI lo marque como un año Muy Húmedo (1,63).

Por su parte, la extensión de agua en períodos secos (578 km<sup>2</sup> y 4,77 %) se mantuvo prácticamente igual al período anterior, con un leve aumento, aunque existieron precipitaciones acumuladas relativamente inferiores. Esto se explica porque, si bien el período tuvo menos precipitaciones, no hubo una sequía extrema como en el período anterior.

### 3.3.4. 2005-2010

Es el período con menor superficie máxima de agua (4.368 km<sup>2</sup> y 36 %) y menor precipitación acumulada total. La mayoría de los años del período tuvieron precipitaciones por debajo del valor medio y no se observó ningún fenómeno El Niño Fuerte o Muy Fuerte. Al mismo tiempo, se observó un evento La Niña Fuerte (ONI = -1,6), la cual provocó que el año 2008 tenga precipitaciones por debajo de los 1.000 mm anuales (932,6 mm/año), algo no muy frecuente en la región, al punto de constituir el año con menor registro pluvial del que se tiene registro en la estación meteorológica de Corrientes Aero desde el año 1962.

Si bien es el período con menor cantidad de precipitaciones acumuladas y se percibió La Niña fuerte anteriormente descrita que produjo sequías importantes, no es el período con menor extensión de agua permanente. En este sentido, El Niño Débil ocurrido en el año 2007 (ONI = 0,9) generó un aumento mínimo en las precipitaciones (1.507,4), amortiguando el impacto de la fuerte sequía ocurrida al año siguiente (-1,94). Esta situación originó que este período, siendo el de menor extensión de agua en momentos húmedos, no sea el de menor extensión con agua permanente.

### 3.3.5. 2010-2015

En este período, se observó un nuevo aumento del nivel de precipitaciones generales, unos 1.000 mm más que en el período anterior. Esto se refleja en un aumento del área cubierta de agua en período de inundación, nuevamente por encima de 40 % llegando a 4.944 km<sup>2</sup>, con la influencia de los años 2013 y 2014, únicos 2 años del período donde se percibieron precipitaciones por encima de lo normal (1.459,1 y 1.458 mm/año respectivamente). La continuación de la disminución de la extensión de agua superficial en período de sequía (518 km<sup>2</sup> y 4,28 %), puede deberse a la concatenación de 2 eventos La Niña, uno Fuerte en 2010-2011 (ONI = -1,6) y otro Moderado en 2011-2012 (ONI = -1,1) en el inicio del período, que hicieron que ambos años tengan precipitaciones por debajo de lo normal. También se puede inferir que el impacto de estos años secos fue mayor debido a que los años precedentes fueron secos.

### 3.3.6. 2015-2020

En el período, se pudo analizar una continuación del aumento de la extensión máxima de agua en superficie llegando nuevamente cerca del 50 % y casi 6.000 km<sup>2</sup>. En los primeros años del período, las precipitaciones estuvieron por encima del valor medio anual (superando incluso los 2.000 mm anuales), generando severos y reiterados casos de inundaciones en la región, vinculados con El Niño Muy Fuerte del 2015-2016 (ONI = 2,6).

Sin embargo, se advirtió nuevamente la existencia de una disminución de la superficie cubierta por agua en período seco (510 km<sup>2</sup> y 4,21 %) y esto se relacionó con la sequía extrema del 2020 (ONI = -1,3 y SPEI = -2,44), donde las lluvias estuvieron cercanas a los 1.000 mm anuales (1.022,3 mm/año).

#### 4. Discusión de resultados

En general, en la región, en los años El Niño, las precipitaciones son mayores a lo normal y el índice SPEI suele presentar valores positivos, mientras que, cuando se produce un evento La Niña, esta tendencia se invierte y las precipitaciones registradas son inferiores al valor medio anual y en consecuencia con el dominio de los valores negativos de SPEI. No obstante, en algunos casos, no se observan estas relaciones directas entre los eventos de El Niño (años) y La Niña (años) con los valores de SPEI. Este comportamiento va en consonancia con lo planteado por Grimm et al. (2000), quienes afirma que por debajo de los 15° de latitud en Sudamérica, las precipitaciones aumentan en años El Niño y disminuyen en años La Niña. A su vez, en estudios climáticos realizados por Gómez (2019) y Hurtado et al., (2020) es posible confirmar el carácter regional de la influencia del ENOS. Por otro lado, Yokobori et al. (2018) afirman que esta relación se manifiesta especialmente en los eventos extremos, tanto secos (1995, 1999 y 2008) como los húmedos (1998 y 2002).

Si bien se observa una relación entre la manifestación del ENOS y las precipitaciones, esta no siempre es directa, es decir que no porque ocurra uno, se manifieste el otro. Un comportamiento similar se puede observar en la región Pampeana, donde las precipitaciones también se encuentran asociadas al ENOS (Brendel et al., 2021). En este sentido, diversos autores han investigado la posibilidad de que otros elementos de gran escala actúen como forzantes. Por ejemplo, Doyle y Barros (2002) encontraron relación entre la temperatura de la superficie del mar en el Atlántico suroccidental en verano y el acceso de humedad al continente. Por otro lado, Silvestri y Vera (2003) relacionaron la lluvia de las estaciones de transición con la oscilación antártica y Barros et al. (2000) vincularon la actividad de la Convergencia del Atlántico Sur con la precipitación estival en el sudeste de Sudamérica. Por otra parte, hay que tener en cuenta que los fenómenos El Niño y La Niña, generalmente se producen a fines de un año y principio del siguiente, lo que genera un desfase entre el momento en que se desarrollan y sus efectos.

En lo que respecta a los momentos de humedad y sequía, algunos estudios realizados para las provincias de Misiones y Corrientes muestran resultados similares a los obtenidos, destacando la presencia de un período húmedo comprendido entre 1985 y 1998 y un estadio seco que comienza en 1999 y se prolonga hasta 2006 (Gómez, 2019). En el caso del área noroeste de la provincia de Corrientes, se observa que el período seco se prolonga hasta el 2013 aproximadamente, y tiene una relevancia sumamente significativa, ya que la recurrencia y severidad de las sequías ha generado la reducción de grandes extensiones de humedales, las cuales incluyen el secado por completo de cubetas de lagunas someras correspondientes al paisaje de lomadas arenosas. A su vez, una fuerte demanda de nuevos espacios impulsada por la especulación inmobiliaria, como consecuencia del crecimiento espacial de las áreas urbanas y periurbanas, fue el desencadenante para la ocupación de estos ambientes, los cuales fueron descritos en Contreras (2015). A partir del 2014 nuevamente comienza un período húmedo hasta el 2020 (Contreras et al., 2020). Estos períodos húmedos y secos son generales y no son homogéneos, dado que, dentro de períodos húmedos pueden aparecer años secos y viceversa (Gómez, 2019). Esto se puede observar con claridad cuando se muestran las precipitaciones acumuladas anuales (Figura 7). Por otro lado, en estudios sobre variaciones en las precipitaciones en la región Pampeana (Ferrelli et al., 2020; Ferrelli et al., 2021) también se observan la ocurrencia y alternancia de momentos húmedos y secos, y se destaca su importancia debido al impacto sobre el ambiente y la sociedad.

Las extensiones de agua en superficie, tanto máxima como mínima, muestran una relación directa con los diferentes niveles de precipitaciones para los períodos estudiados. Esto se debe a que el sistema en general (cursos de agua, esteros y lagunas) responden exclusivamente a las precipitaciones locales, sin tener una entrada de agua externa (Contreras & Paira, 2017). De acuerdo con los autores, la única excepción es el valle aluvial del río Paraná, donde pueden sucederse desbordes en períodos secos debido a que su alta cuenca se encuentra fuera del área en cuestión y, por lo tanto, no responde únicamente a las precipitaciones locales. No obstante, si bien el ingreso de agua constituye una variable significativa, en Martínez et al. (2020) y Contreras et al. (2020) se destacó que, hasta incluso en años de precipitación extremas (2015-2018), donde se superaron los 2.000 mm anuales, se observaron reducciones en las



superficies lagunares vinculados a altas tasas de evaporación en relación con las elevadas temperaturas que se registran a lo largo del año y de allí la importancia del vincular estos datos con el SPEI. En este sentido, la severidad y recurrencia de inundaciones en la región fueron trabajadas por Contreras et al. (2020). La sequía extraordinaria se ve reflejada no solo en la reducida superficie con agua detectada, sino también en la gran cantidad de incendios que afectaron a toda la región (Smichowski et al., 2021; Montiel et al., 2021) y a la bajante extraordinaria del río Paraná, la cual ha comenzado en el 2020 y aún año después se sigue manifestando (Saucedo et al., 2021). En este marco, nuevamente se observa desarrollo de infraestructura urbana sobre humedales exponiendo a riesgos de inundación y anegamiento a la población recientemente ubicada en áreas periurbanas, lo que valida lo expuesto en Contreras (2015).

#### **4.1. Contribución sobre las respuestas de los humedales subtropicales a los eventos extremos de inundación y sequía: Un aporte para su conservación y uso sustentable**

A partir de los resultados obtenidos del seguimiento de las respuestas morfométricas vinculadas a las variaciones espacio temporales de la superficie de los humedales subtropicales asociados al abanico aluvial del río Paraná, es posible generar algunos lineamientos, tanto para investigaciones científicas, como para la toma de decisiones vinculadas a la gestión del agua. En este sentido, es importante comprender que dentro de una región puede existir una heterogeneidad de ambientes, que no necesariamente responderán de una misma manera frente a un mismo evento. Como se ha mostrado en la Figura 3, los lugares con mayor exposición a ser inundados o anegados son claramente identificables. No obstante, no basta con delimitarlos, sino que, además, es importante comprender los procesos que en ellos ocurren, como la recurrencia de inundaciones y anegamientos, el tipo de escurrimiento (laminar o encauzado) y principalmente la permanencia del agua en superficie.

Por otro lado, es importante tener en cuenta que muchas veces se comete el error de analizar las extensiones areales de la cobertura con agua sin tener en cuenta las situaciones previas. Es decir que, no solo es importante relacionar los eventos de variabilidad pluviométrica con las respuestas de los humedales y más cuando los mismos dependen exclusivamente de ellas, sino que también lo es conocer la situación de años previos y los ejemplos en las Figuras 6 y 7 dan cuenta de ello. Si bien los dos quinquenios con mayor precipitación acumulada (1995-2000 y 2015-2020) superan los 8.000 mm, la extensión de los humedales difieren considerablemente. Esto se debe a que, para el primer caso, si bien en el período anterior el monto fue relativamente inferior, en los dos quinquenios anteriores (1980-1985 y 1985-1990) la precipitación acumulada es de 8.525 mm y 8.138 mm respectivamente, con lo cual los suelos se encontraban completamente saturados. Es importante remarcar que, en el año 1983 el río Paraná registró la mayor inundación durante el Siglo XX, cuyo caudal superó los 60.000 m<sup>3</sup>/s.

Contrariamente, lo ocurrido en el último período estudiado posee una situación inversa. Es decir, los años que lo anteceden poseen precipitaciones acumuladas inferiores, con una gran recurrencia de eventos extremos de sequía. No obstante, también es importante remarcar que, si bien durante el 2015-2018 las precipitaciones anuales superaron los 2.000 mm, las mismas se concentraban en los primeros cinco meses del año, presentando eventos extremos de sequía hasta el año siguiente, según los valores registrados en el SPEI 1. Por lo tanto, estas situaciones anuales e interanuales previas, se manifiestan, tanto en la reducción de las mayores extensiones con agua superficial en eventos extremos de inundación, como en la disminución de las superficies con agua permanente durante los eventos extremos de sequía.

Períodos prolongados de sequía extrema pueden desencadenar procesos de colmatación de humedales, que con el tiempo reducen la capacidad de almacenamiento de agua, y, en consecuencia, la elasticidad hídrica del paisaje, es decir, las diferencias de áreas cubiertas con agua en eventos extremos. Procesos similares fueron identificados en llanuras aluviales por Paira y Drago (2007) y al sur de la región Pampeana por Brendel et al., 2020. Sin embargo, la diferencia se encuentra en que los primeros dependen de las precipitaciones locales, mientras que los segundos de los pulsos de inundación de los ríos. En este sentido, identificar y garantizar la permanencia de los humedales permanentes durante períodos de sequía extrema, es clave pensando en futuros escenarios asociados al cambio climático global. A su vez, si bien en este trabajo se hace foco en una porción del territorio argentino, los procesos y dinámicas que se mencionan pueden trasladarse a otros ambientes de características similares, como la región de los Esteros del Ñeembucú en Paraguay y a la región de Nhecolândia (Pantanal Mato-grossense, Brasil). Sin embargo, no se descarta la posibilidad de que puedan considerarse para otros humedales someros, cuya disponibilidad de agua dependa de precipitaciones locales (Zunino et al., 2018).

## 4.2. Ventajas de Google Earth Engine

Google Earth Engine proporciona una plataforma de procesamiento robusto que da acceso a series de datos de imágenes Landsat gratuitas permitiendo una evaluación rápida de la dinámica de aguas superficiales (Wang et al., 2018). Su adopción se adaptó de muy buena manera a los objetivos planteados en el trabajo, posibilitando el cálculo de varios índices espectrales en conjunto sobre series amplias de imágenes, permitiendo realizar comparaciones y ajustes en diferentes áreas. En este sentido, la plataforma brinda los scripts de manera accesible y de acceso público, los cuales se encuentran acompañados con citas bibliográficas donde fueron implementados.

Los diferentes índices de agua tienen un rendimiento generalmente aceptable para cartografía de agua superficial, siendo simples y de fácil uso. Sin embargo, deben considerarse algunas cuestiones acerca de la selección del índice y la determinación del umbral adecuado, ya que estas pueden estar atravesadas por factores subjetivos como las preferencias y/o desconocimientos del área de estudio por parte del investigador. Como plantea Wen et al. (2021), una manera de superar estos posibles inconvenientes es realizar una correlación de varios índices en conjunto. La utilización de 4 índices distintos permitió realizar ajustes en las máscaras finales de agua por período, ya que los índices responden de manera diferente ante la diversidad de ambientes del área de estudio (Bi et al., 2020).

A su vez, muchos estudios previos sobre la extensión, el patrón y el impacto de las inundaciones se han basado en el análisis de imágenes individuales, a pesar de las conocidas dificultades para su adquisición debido a la alta cobertura de nubes después de que se haya producido el flujo máximo (Chignell et al., 2015; Li et al., 2018). Sin embargo, la generación de compuestos derivados de Landsat utilizando la plataforma GEE permite el análisis de imágenes de varios días para una temporada de lluvias determinada, lo que garantiza que todas las imágenes de satélite con una cobertura de nubes adecuadamente baja se puedan utilizar para aumentar la precisión del mapeo de inundaciones (Li et al., 2018). En este sentido, cabe aclarar que, si bien existen filtros globales, al ser aplicado a estudios de casos, presentan errores debido a las particularidades locales que le restan precisión.

Por otro lado, una de las dificultades de mapear extremos regionales de agua en superficie radica en que no siempre se producen lluvias con una misma intensidad y de manera homogénea en toda el área, lo que implica un análisis de tormentas y eventos pluviométricos diarios a gran escala. Es decir que, cuanto mayor es el área de estudio, mayor será el número y distribución de registros con información pluviométrica. A esto debe sumarse que las características morfológicas y morfológicas de los humedales, pueden potenciar o mitigar el escurrimiento, ya sea acelerando o retardando la circulación del agua. Por lo tanto, las máximas extensiones de agua en superficie pueden darse en momentos diferentes en cada sector de la región. Con la aplicación de mosaicos de calidad para series de imágenes es posible establecer cuáles fueron los píxeles con contenido de agua y, así determinar áreas de inundación máxima en una sola imagen compuesta (Zhou et al., 2021).

Aunque el método de detección remota tradicional permite identificar y extraer agua en superficie, se ve limitado, no por la falta de información, sino, por el contrario, a la ausencia de capacidad para analizar todos los datos disponibles, quedando sujeto a estudios con reducidas cantidades de datos y áreas pequeñas (Bi et al., 2020; Perilla & Mas, 2020). GEE cumple bien con los requisitos de la era *big data*, debido a que es una plataforma de computación en la nube para el procesamiento, análisis y visualización en línea a escala global de conjuntos masivos de datos geoespaciales que pueden procesar una gran cantidad de imágenes de satélite en muy poco tiempo (Gorelick et al., 2017). Así es que se pudieron procesar más de 900 imágenes de la serie Landsat de 30 años de manera ágil, permitiendo tener un panorama mucho más amplio que en los estudios tradicionales.

Por otro lado, la realización de estudios de largo término permite monitorear la evolución de los fenómenos en el tiempo. Las facilidades que presenta en este sentido la aplicación de GEE son indiscutibles, dado que permite procesar grandes cantidades de datos de manera simple y rápida, pudiendo detectar cambios en el terreno. (Li et al., 2018; Li et al., 2021)

Por último, las máscaras de agua obtenidas con la aplicación de la metodología se compararon con el historial anual de clasificación de aguas del *JRC Yearly Water Classification History* (Pekel et al., 2016). El conjunto de datos del historial de clasificación anual del agua del *JRC Yearly Water Classification History* contiene mapas de la ubicación y distribución temporal del agua superficial de 1984 a 2015 generados a partir del procesamiento de 3.066.102 escenas de Landsat 5, 7 y 8, donde los píxeles se clasificaron en

“agua y no agua” utilizando un sistema experto (Xia et al., 2019). Mediante la clasificación de la estacionalidad del agua a lo largo del año, las aguas superficiales se dividieron en aguas superficiales estacionales y aguas superficiales permanentes (Wang et al., 2018)

El JRC es muy eficiente para identificar coberturas con agua en climas templados y fríos, donde la vegetación acuática es más bien palustre y en donde se pueden diferenciar concentraciones algales o de sedimentos en suspensión, pero el área limnética se mantiene descubierta. Por el contrario, en humedales subtropicales y tropicales, las macrófitas que pueden generar significativos errores de clasificación son las arraigadas y las flotantes (Figura 9).

Figura 9. Fotografía de una laguna con macrófitas en el área limnética durante un evento extremo de sequía (Corrientes, Argentina)



Fuente: Fotografía de Edwin Harvey (2011)

Las primeras, dependiendo de su altura, densidad y nivel del agua del humedal en cuestión, imposibilitan la detección del agua, principalmente en eventos extremos de sequía. Del mismo modo, la vegetación flotante puede llegar a alcanzar un espesor de 3 m, conocido localmente como embalsados y en los cuales, como generan suelo orgánico (Histosol), adquieren una mayor capacidad de soporte mecánico (Neiff, 2004) y de allí que en ellos puede desarrollarse vegetación arbórea.

Sin dudas, ambas situaciones potencian la subestimación de los sensores ópticos y por lo tanto es clave contar con estrategias que permitan mitigar este error. Esto es un claro ejemplo de cómo las características paisajísticas locales determinan que los algoritmos no respondan adecuadamente, demostrando que las cuestiones de escala regional no siempre pueden ser resueltas con criterios globales. Para el caso del sector noroeste de la provincia de Corrientes, la corrección de este tipo de errores se realizó de manera óptica en base a imágenes de alta resolución y con ayuda de los NDVI calculados, sustentado con conocimiento de campo.

## 5. Conclusiones

Existe una marcada relación entre las anomalías de precipitaciones y el *Oceanic Niño Index*, sin embargo, una parte importante de la variación de los datos no es explicada por este modelo, dando la pauta de que hay factores locales de similar importancia. La extensión máxima de agua superficial está determinada en gran medida por las cantidades precipitadas en el área. En cambio, la superficie mínima de agua superficial no guarda relación con la precipitación anual mínima para cada período, lo que permite suponer que otros factores, como por ejemplo la evaporación potencial y en menor medida el escurrimiento superficial, serían determinantes en la pérdida de reservorios de agua en períodos secos. También es posible advertir que el impacto del ENOS es de carácter regional y que muchas veces existe un desfase entre su ocurrencia y las consecuencias, donde el efecto suele notarse al año siguiente.

Queda claro que los humedales subtropicales poseen una rápida respuesta en cuanto a su extensión areal como consecuencia de los efectos de la variabilidad pluviométrica. En este sentido, no basta con caracterizar la severidad de los eventos de inundación y sequía para una fecha en cuestión, sino que se debe partir de las situaciones previas.

Con el trabajo realizado fue posible confirmar con alto nivel de confianza la gran elasticidad del paisaje, donde se observan notorias diferencias de extensiones de agua en superficie en momentos húmedos y secos. La metodología aplicada ha permitido poner a prueba diferentes índices globales para la detección de coberturas de agua. Pese a que el paisaje del área presenta condiciones que pueden potenciar el error en la discriminación del agua en superficie, los resultados han sido satisfactorios. Al mismo tiempo, permitió mejorar la información obtenida sobre la extensión de agua en superficie para la región a través de estimaciones realizadas a nivel mundial. Por lo tanto, se considera que la elección de GEE como plataforma de procesamiento fue acertada.

Los resultados arrojados son de gran utilidad para la gestión general de los recursos hídricos superficiales, para el desarrollo de políticas de ordenamiento territorial, proyección de actividades productivas, planificación de protección de humedales, establecimiento de zonas bajo amenaza de inundaciones, así como también para investigaciones futuras de diferentes disciplinas que contemplen el factor agua en ambientes de humedales asociados a mega abanicos fluviales.

## **Agradecimientos**

Este trabajo fue parcialmente financiado por los Proyectos PICT 2018 – 636, PI 19Q002 y PI20Q001.

## Referencias

- Aliaga, V. S., & Piccolo, M. C. (2021). Variability of extreme precipitation events in the Northeastern Argentine region. *Theoretical and Applied Climatology*, 145(3), 955-965. <https://doi.org/10.1007/s00704-021-03659-0>
- Anaya, J. A., Sione, W., & Rodríguez-Montellano, A. (2018). Burned area detection based on time-series analysis in a cloud computing environment. *Revista de Teledetección*, 51, 61-73. <https://doi.org/10.4995/raet.2018.8618>
- Arellano, S., Vega, J. A., Rodríguez Y., Silva, F., Fernández, C., Vega-Nieva, D., Álvarez-González, J. G., & Ruiz-González, A. D. (2017). Validation of the remote sensing indices dNBR and RdNBR to assess fire severity in the Oia-O Rosal (Pontevedra) wildfire in 2013. *Revista de Teledetección*, 49, 49-61. <https://doi.org/10.4995/raet.2017.7137>
- Barros, V., Gonzalez, M., Liebmann, B., & Camilloni, I. (2000). Influence of the South Atlantic convergence zone and South Atlantic Sea surface temperature on interannual summer rainfall variability in Southeastern South America. *Theoretical and Applied Climatology*, 67(3), 123-133. <https://doi.org/10.1007/s007040070002>
- Bi, L., Fu, B. L., Lou, P. Q., & Tang, T. Y. (2020). Delineation water of Pearl River Basin using Landsat images from Google Earth Engine. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 5-10. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-3-W10-5-2020>
- Brendel, A. S., Ferrelli, F., Piccolo, M. C., & Perillo, G. M. (2019). Assessment of the effectiveness of supervised and unsupervised methods: maximizing land-cover classification accuracy with spectral indices data. *Journal of Applied Remote Sensing*, 13(1), 014503. <https://doi.org/10.1117/1.JRS.13.014503>
- Brendel, A. S., Ferrelli, F., Piccolo, M. C., & Perillo, G. M. E. (2021). Efectos de la variabilidad pluviométrica sobre la morfometría de los recursos hídricos de una cuenca hidrográfica de la región Pampeana (Argentina). *Revista venezolana de Geografía*, 62(1), 92-106. <https://doi.org/10.53766/RGV/2021.62.01.03>
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1979). A simple test for heteroscedasticity and random coefficient variation. *Econometrica*, 47, 1287-1294. <https://doi.org/10.2307/1911963>
- Che, X., Feng, M., Sexton, J., Channan, S., Sun, Q., Ying, Q., Liu, J., & Wang, Y. (2019). Landsat-based estimation of seasonal water cover and change in arid and semi-arid Central Asia (2000–2015). *Remote Sensing*, 11(11), 1323. <https://doi.org/10.3390/rs11111323>
- Chignell, S. M., Anderson, R. S., Evangelista, P. H., Laituri, M. J., & Merritt, D. M. (2015). Multi-temporal independent component analysis and Landsat 8 for delineating maximum extent of the 2013 Colorado Front Range flood. *Remote Sensing*, 7(8), 9822-9843. <https://doi.org/10.3390/rs70809822>
- Clement, M. A., Kilsby, C. G., & Moore, P. (2018). Multi-temporal synthetic aperture radar flood mapping using change detection. *Journal of Flood Risk Management*, 11(2), 152-168. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12303>
- Contreras, F. I. (2015). El impacto ambiental del crecimiento espacial de la ciudad de Corrientes sobre lagunas periurbanas. *Boletín Geográfico*, 37, 29-42. [http://revele.uncoma.edu.ar/index.php/geografia/article/view/1078/pdf\\_2](http://revele.uncoma.edu.ar/index.php/geografia/article/view/1078/pdf_2)
- Contreras, F. I., & Contreras, S. A. (2017). La incidencia de la pendiente en la distribución de las morfologías de las lagunas sobre lomadas arenosas (Corrientes, Argentina). *Anuario do Instituto de Geociencias – UFRJ*, 40(1), 15-25. [http://dx.doi.org/10.11137/2017\\_1\\_15\\_25](http://dx.doi.org/10.11137/2017_1_15_25)
- Contreras, F. I., & Paira, A. R. (2017). Aplicación del “índice de cambio” a las variaciones morfométricas de las lagunas de lomadas arenosas. El caso de Bella Vista (Corrientes, Argentina). *Revista de Geografía*, 21, 31-38. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/102247/CONICET\\_Digital\\_Nro.fd4e088d-baa8-446b-96ee-a14496e2467d\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/102247/CONICET_Digital_Nro.fd4e088d-baa8-446b-96ee-a14496e2467d_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Contreras, F. I., Ferrelli, F., & Piccolo, M. C. (2020). Impactos de eventos secos y lluviosos sobre cuerpos de agua periurbanos subtropicales: Aporte al ordenamiento del espacio urbano de Corrientes (Argentina). *Finisterra*, 55(114), 3- 22. <https://doi.org/10.18055/Finis19436>

- Contreras, F. I., & Duval, V. S. (2021). Dinámica morfométrica de las lagunas de los valles transversales de la provincia de La Pampa como respuesta a eventos extremos de inundación y sequía. *Boletín Geográfico*, 43(1), 13-31. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8031029>
- DeVries, B., Huang, C., Armston, J., Huang, W., Jones, J. W., & Lang, M. W. (2020). Rapid and robust monitoring of flood events using Sentinel-1 and Landsat data on the Google Earth Engine. *Remote Sensing of Environment*, 240, 111664. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2020.111664>
- Dornes, P. F., Comas, R. N., Cardín, D., Pochetti, R., Ianni, J. P., & Kruse, E. (2016). Identificación y caracterización hidrológica de lagunas en el noreste de la provincia de La Pampa. In *Libro de Trabajos del IX Congreso Argentino de Hidrogeología. Catamarca* (pp. 20-26). <https://core.ac.uk/reader/243541620>
- Doyle, M. E., & Barros, V. R. (2002). Midsummer low-level circulation and precipitation in subtropical South America and related sea surface temperature anomalies in the South Atlantic. *Journal of Climate*, 15(23), 3394-3410. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2002\)015<3394:MLLCAP>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015<3394:MLLCAP>2.0.CO;2)
- Feng, M., Sexton, J. O., Channan, S., & Townshend, J. R. (2016). A global, high-resolution (30-m) inland water body dataset for 2000: first results of a topographic-spectral classification algorithm. *International Journal of Digital Earth*, 9(2), 113-133. <https://doi.org/10.1080/17538947.2015.1026420>
- Ferrelli, F., Brendel, A., Piccolo, M., & Perillo, G. (2020). Tendencia actual y futura de la precipitación en el sur de la Región Pampeana (Argentina). *Investigaciones Geográficas (Mx)*, (102). <https://doi.org/10.14350/rig.59919>
- Ferrelli, F., Brendel, A. S., Piccolo, M. C., & Perillo, G. M. E. (2021). Evaluación de la tendencia de la precipitación en la región Pampeana (Argentina) durante el período 1960-2018. *Raega-O Espaço Geográfico em Análise*, 51, 41-57. <http://dx.doi.org/10.5380/raega.v51i0.69962>
- Feyisa, G. L., Meilby, H., Fensholt, R., & Proud, S. R. (2014). Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery. *Remote Sensing of Environment*, 140, 23-35. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2013.08.029>
- Gao, B. C. (1996). NDWI-A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. *Remote sensing of environment*, 58(3), 257-266. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(96\)00067-3](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(96)00067-3)
- Gil-Guirado, S., & Pérez-Morales, A. (2019). Variabilidad climática y patrones termopluviométricos en Murcia (1863-2017). Técnicas de análisis climático en un contexto de cambio global. *Investigaciones Geográficas (Esp)*, (71), 27-54. <https://doi.org/10.14198/INGEO2019.71.02>
- Gómez, C. V. (2019). Situaciones pluviométricas extremas anómalas que derivan en sequías e inundaciones (provincia de Misiones, 1985-2006). *Contribuciones Científicas GAEA*, (31), 161-164. [http://www.gaea.org.ar/contribuciones/CONTRIBUCIONES\\_2019/GOMEZClaudia.pdf](http://www.gaea.org.ar/contribuciones/CONTRIBUCIONES_2019/GOMEZClaudia.pdf)
- Google Earth Engine. (2021a). *Landsat Algorithms*. <https://developers.google.com/earth-engine/guides/landsat>
- Google Earth Engine. (2021b). *Compositing and Mosaicking*. [https://developers.google.com/earth-engine/guides/ic\\_composite\\_mosaic](https://developers.google.com/earth-engine/guides/ic_composite_mosaic)
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushchenko, S., Thau, D., & Moore, R. (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment*, 202, 18-27. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2017.06.031>
- Grimm, A. M., Barros, V. R., & Doyle, M. E. (2000). Climate variability in southern South America associated with El Niño and La Niña events. *Journal of climate*, 13(1) 35-58. [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2000\)013<0035:CVISSA>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2000)013<0035:CVISSA>2.0.CO;2)
- Herbst, R., & Santa Cruz, J. N. (1999). Mapa litoestratigráfico de la provincia de Corrientes. *D'Orbignyana* (2), 1-69.
- Hurtado, S.I., Agosta Scarel, E. A., & Godoy, A. A., (2020) Estudio exploratorio de forzantes de la variabilidad en baja frecuencia de la precipitación en el Chaco. *Meteorológica*, 45(1),71-92. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/139247/CONICET\\_Digital\\_Nro.42f56e20-7e6a-49ae-9c7e-7d871308f7e6\\_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/139247/CONICET_Digital_Nro.42f56e20-7e6a-49ae-9c7e-7d871308f7e6_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

- Iriondo, M. H. (2010). *Geología del Cuaternario en Argentina*. Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino. [https://www.researchgate.net/publication/293172825\\_Geologia\\_del\\_Cuaternario\\_en\\_la\\_Argentina](https://www.researchgate.net/publication/293172825_Geologia_del_Cuaternario_en_la_Argentina)
- Iriondo, M. H. (2011). *Aguas subterráneas y superficiales de la provincia de Santa Fe*. Museo Provincial de Ciencias Naturales Florentino Ameghino. [https://www.researchgate.net/publication/293175273\\_Aguas\\_Superficiales\\_y\\_Subterranas\\_de\\_la\\_Provincia\\_de\\_Santa\\_Fe\\_Segunda\\_Edicion](https://www.researchgate.net/publication/293175273_Aguas_Superficiales_y_Subterranas_de_la_Provincia_de_Santa_Fe_Segunda_Edicion)
- Li, J., Yang, X., Maffei, C., Tooth, S., & Yao, G. (2018). Applying independent component analysis on Sentinel-2 imagery to characterize geomorphological responses to an extreme flood event near the non-vegetated Río Colorado Terminus, Salar de Uyuni, Bolivia. *Remote Sensing*, 10(5), 725. <https://doi.org/10.3390/rs10050725>
- Li, J., Tooth, S., Zhang, K., & Zhao, Y. (2021). Visualisation of flooding along an unvegetated, ephemeral river using Google Earth Engine: Implications for assessment of channel-floodplain dynamics in a time of rapid environmental change. *Journal of Environmental Management*, 278, 111559. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111559>
- Liss, B., Howland, M. D., & Levy, T. E. (2017). Testing Google Earth Engine for the automatic identification and vectorization of archaeological features: A case study from Faynan, Jordan. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 15, 299-304. <https://doi.org/10.1016/j.jasrep.2017.08.013>
- Martínez, S. E., Baruzzo, M. N., Smichowski, H., Forastier, M. E., & Contreras, F. I. (2021). El efecto de las precipitaciones en las características limnológicas en lagunas periurbanas (Bella Vista, Corrientes, año 2019). *Revista Senderos*, 2(1), 122-135. [https://be374821-7896-47fe-9d13-5d4aa0ba6a72.filesusr.com/ugd/4c4071\\_d064a471e92a48fb9b367f6c6f6068a0.pdf](https://be374821-7896-47fe-9d13-5d4aa0ba6a72.filesusr.com/ugd/4c4071_d064a471e92a48fb9b367f6c6f6068a0.pdf)
- Montiel, M. R., Zaninovich, S. C., Bedrij, N. A., Insaurralde, J. A., Verdoljak, J. J., Fontana, J. L., & Gatti, M. G. (2021). Eucalypt plantations for forest restoration in a fire-prone mosaic of grasslands and forests in northern Argentina. *Restoration Ecology*, e13452. <https://doi.org/10.1111/rec.13452>
- National Oceanographic and Atmospheric Administration (2021). *Climate Prediction Center*. [https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ONI\\_v5.php](https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php)
- Neiff, J. J. (2004). *El Iberá... ¿en peligro?*. Fundación Vida Silvestre.
- Neiff, J. J. (2021). Aguas continentales de Sudamérica: Biodiversidad, problemas y perspectivas. *Acta Biológica Venezuelica*, 41, 1.
- Paira, A., & Drago E. (2007). Origin, evolution, and types of floodplain water bodies. In M. Iriondo, J. Paggi, J., & M. Parma (Eds.), *The middle Paraná river: Limnology of a Subtropical wet-land* (pp. 53-81). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-70624-3\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-540-70624-3_3)
- Pekel, J. F., Cottam, A., Gorelick, N., & Belward, A. S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540(7633), 418-422. <https://doi.org/10.1038/nature20584>
- Perilla, G. A., & Mas, J. F. (2020). Google Earth Engine (GEE): una poderosa herramienta que vincula el potencial de los datos masivos y la eficacia del procesamiento en la nube. *Investigaciones Geográficas (Mx)* (101). <https://doi.org/10.14350/rig.59929>
- Popolizio, E. (1981). Aporte al conocimiento de los Bajos Submeridionales en la provincia de Santa Fe. *GAEA, Serie Especial*, 9, 103-119.
- R Core Team (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>
- Richardson, A. J., & Wiegand, C. L. (1977). Distinguishing vegetation from soil background information. *Photogrammetric engineering and remote sensing*, 43(12), 1541-1552.
- Saucedo, G. I., Contreras, F. I., & Kurtz, D. (2021). Comparación de superficies cubiertas por agua en el río Paraná en diferentes períodos hidrológicos. *Investigaciones y Ensayos Geográficos*, 18(1), 74-88. [https://e1adda5f-8a1c-44fc-a061-e477bba5f983.filesusr.com/ugd/b63ff7\\_1d6954d23c3249e3a45eb3c5d39ccbde.pdf](https://e1adda5f-8a1c-44fc-a061-e477bba5f983.filesusr.com/ugd/b63ff7_1d6954d23c3249e3a45eb3c5d39ccbde.pdf)
- Silvestri, G., & Vera, C., (2003). Antarctic Oscillation signal on precipitation anomalies over southeastern South America. *Geophysical Research Letters*, 30(21), 21-15. <https://doi.org/10.1029/2003GL018277>

- Sisay, A. (2016). Remote sensing based water surface extraction and change detection in the central rift valley region of Ethiopia. *American Journal of Geographic Information System*, 5(2), 33-39. <http://article.sapub.org/10.5923.j.ajgis.20160502.01.html>
- Smichowski, H., Montiel, M. del R., Romero, V., Kowalewski, M., & Contreras, F. I. (2021). Evaluación de incendios en áreas periurbanas de la ciudad de Corrientes (Argentina) durante el año 2020. *Papeles de Geografía*, 67, 151-167. <https://doi.org/10.6018/geografia.486441>
- Uddin, K., Matin, M. A., & Meyer, F. J. (2019). Operational flood mapping using multi-temporal sentinel-1 SAR images: a case study from Bangladesh. *Remote Sensing*, 11(13), 1581. <https://revistas.um.es/geografia/article/view/486441/320031>
- Vicente-Serrano, S. M., Beguería, S., Lorenzo-Lacruz, J., Camarero, J. J., López-Moreno, J. I., Azorín-Molina, C., Revuelto, J., Morán-Tejeda, E., & Sánchez-Lorenzo, A. (2012). Análisis comparativo de diferentes índices de sequía para aplicaciones ecológicas, agrícolas e hidrológicas. *Publicaciones de la Asociación Española de Climatología, Serie A*, 8. [http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0066-PU-SA-VIII-2012-SM\\_VICENTE.pdf](http://aeclim.org/wp-content/uploads/2016/02/0066-PU-SA-VIII-2012-SM_VICENTE.pdf)
- Wang, C., Jia, M., Chen, N., & Wang, W. (2018). Long-term surface water dynamics analysis based on Landsat imagery and the Google Earth Engine platform: A case study in the middle Yangtze River Basin. *Remote Sensing*, 10(10), 1635. <https://doi.org/10.3390/rs10101635>
- Wen, Z., Zhang, C., Shao, G., Wu, S., & Atkinson, P. M. (2021). Ensembles of multiple spectral water indices for improving surface water classification. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 96, 102278. <https://doi.org/10.1016/j.jag.2020.102278>
- Xia, H., Zhao, J., Qin, Y., Yang, J., Cui, Y., Song, H., Ma, L., Ning, J., & Meng, Q. (2019). Changes in water surface area during 1989–2017 in the Huai River Basin using Landsat data and Google Earth Engine. *Remote Sensing*, 11(15), 1824. <https://doi.org/10.3390/rs11151824>
- Xu, H. (2006). Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance open water features in remotely sensed imagery. *International journal of remote sensing*, 27(14), 3025-3033. <https://doi.org/10.1080/01431160600589179>
- Yokobori, M. M., Deschamps, J., & Fernández, D. R. (2018). Una mirada a las variaciones de precipitaciones en los Esteros del Iberá y regiones cercanas durante los últimos años. *Perspectivas: Revista Científica de la Universidad de Belgrano*, 1(1), 187-200. <https://revistas.ub.edu.ar/index.php/Perspectivas/article/view/19/19>
- Zhou, H., Liu, S., Hu, S., & Mo, X. (2021). Retrieving dynamics of the surface water extent in the upper reach of Yellow River. *Science of The Total Environment*, 800, 149348. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.149348>
- Zunino, J., Ferrelli, F., & Piccolo, M. C. (2018). Cambios morfométricos en una laguna pampeana (Argentina): posibles efectos sobre la comunidad ictica. *Geosciences= Geociências*, 37(4), 835-847. <https://doi.org/10.5016/geociencias.v37i4.11980>



Cita bibliográfica: Hortelano Mínguez, L. A., & Fernández Sangrador, L. (2022). Aportación del Camino de Santiago al desarrollo local: características territoriales y repercusiones económicas en el tramo palentino. *Investigaciones Geográficas*, (78), 153-167. <https://doi.org/10.14198/INGEO.19925>

# Aportación del Camino de Santiago al desarrollo local: características territoriales y repercusiones económicas en el tramo palentino

## *The Role of the Way of St James in Local Development. A Case Study in Palencia*

Luis Alfonso Hortelano Mínguez<sup>1\*</sup>   
Lía Fernández Sangrador<sup>2</sup> 

### Resumen

El Camino de Santiago Francés, a su paso por la provincia de Palencia, constituye un renovado recurso para el desarrollo local de los municipios inmersos en el itinerario tras la crisis financiera del 2008 y la celebración del Año Santo Jacobeo en 2010. A partir de estos antecedentes, el objetivo del artículo pretende analizar y comprobar cómo ha repercutido el Camino en los aspectos socioeconómicos por el territorio que atraviesa en la segunda década del nuevo milenio. La metodología utilizada se ha basado en la obtención de datos de fuentes primarias y secundarias, el trabajo de campo y la representación cartográfica de los indicadores temáticos a lo largo del sendero jacobeo. El Camino, en el tramo palentino, contribuye a la generación de riqueza local por el gasto de los peregrinos y de los turistas pero no de forma suficiente para frenar la pérdida de población y combatir el elevado grado de envejecimiento. De cara al futuro inmediato, tras la parálisis provocada en el Camino por la pandemia de la Covid-19 se abre un periodo de incertidumbre que repercutirá de forma negativa en el tejido de la oferta turística a pesar de la celebración del Año Santo Jacobeo 2021/2022.

**Palabras clave:** Desarrollo local; turismo cultural; turismo religioso; peregrinación; Camino de Santiago; impacto socioeconómico.

### Abstract

The 'French' Way of St James crosses the province of Palencia. In the municipalities along the track the trajectory is a development resource after the 2008 financial crisis and the celebration of the Holy Year in 2010. This paper describes and analyses the socioeconomic impact along the route during the second decade of this century. The study is based on primary and secondary sources, including fieldwork. Basic data are mapped. The wealth generated by the Palencia track because of pilgrim and tourist spending has not been able to revert the ageing and loss of population. Despite the celebration of the 2021/2022 Holy Year the paralysis caused by the covid-19 pandemic has reduced the capacity of the local tourism industry.

**Keywords:** Local development; cultural tourism; religious tourism; pilgrimage; Saint James Way; socioeconomic impact.

1 Departamento de Geografía, Universidad de Salamanca, C.P. 32002, C/ Cervantes, s/n, Salamanca, España. [sito@usal.es](mailto:sito@usal.es). \* Autor para correspondencia

2 Departamento de Geografía, Universidad de Salamanca, C.P. 32002, C/ Cervantes, s/n, Salamanca, España. [liafernandez@usal.es](mailto:liafernandez@usal.es)

## 1. Introducción

El trazado del Camino de Santiago Francés y el resto de los itinerarios jacobeos han experimentado un proceso de revalorización social, cultural y turística desde la década de los años noventa del siglo pasado, debido a un conjunto de causas (Martín-Duque, 2014; Somoza & Lois, 2017), que ha conllevado un desarrollo local de los territorios que atraviesan (Maak, 2009; Lois & López, 2021). Una de las razones que han provocado el redescubrimiento del Camino de Santiago Francés ha sido la aceptación de la sociedad del itinerario como un espacio y recurso cultural en base al grado de organización, la identidad histórica y la calidad artística de la franja territorial (Cabero, 1996; Ortega, 1998; Alonso, 2009; Lois & López, 2012). Además, la puesta en valor del Camino está relacionada de forma específica con los cambios en la motivación de los peregrinos (Santos & Lois, 2011), en la demanda turística y en la búsqueda de nuevos destinos (Millán et al., 2010). Incluso, dentro de las motivaciones se ha analizado la experiencia espiritual del Camino en consonancia con la naturaleza y el paisaje como terapia antiestrés y renovación mental (López et al., 2017). Algunos estudios recientes han puesto de manifiesto, entre los impactos positivos generados a lo largo de la ruta peregrina, el aumento de las infraestructuras de servicio de alojamiento y restauración, de equipamientos turísticos públicos (información y puesta en valor del patrimonio natural y cultural) y el impulso de iniciativas locales (Precedo et al., 2007; Martín-Duque, 2017). Al mismo tiempo, también han aparecido investigadores que muestran en las publicaciones derivadas de sus estudios las repercusiones negativas en la vía jacobea con los primeros síntomas de masificación, vinculados con los conceptos de capacidad de carga y de *overtourism*, que ponen en duda la calidad y la autenticidad de la experiencia turística (Martín-Duque & Morère-Moliner, 2019; López et al., 2019).

El auge y consolidación de la ruta jacobea como referente turístico a escala internacional (Santos, 2006; Pack, 2010) se inicia con la declaración como Primer Itinerario Cultural Europeo el 23 de octubre de 1987 y con la inclusión por parte de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en la Lista del Patrimonio Mundial, el 11 de diciembre de 1993, bajo la denominación de «Rutas de Santiago de Compostela: Camino Francés y Rutas del Norte de España». Los valores que destaca el Consejo de Europa para certificar al Camino de Santiago como Itinerario Europeo de Interés Cultural son su significado como símbolo de la historia europea y como modelo de cooperación cultural para Europa en su conjunto. La UNESCO, para la inclusión de las Rutas de Santiago de Compostela en la Lista del Patrimonio Mundial, resaltó el papel crucial en el intercambio bidireccional de los avances culturales entre la Península Ibérica y el resto de Europa; el mantenimiento del registro material más completo de todas las rutas de peregrinación cristianas y como testimonio excepcional del poder y la influencia de la fe entre personas de todas las clases sociales y orígenes en la Europa medieval y en épocas posteriores.

Las modificaciones en las tendencias turísticas han aupado al Camino de Santiago como un producto en el marco de las modalidades de turismo cultural y religioso. El turismo cultural es el conjunto de viajes realizados por motivación cultural (Turespaña, 2001) con una oferta articulada alrededor de destinos y en torno a temas culturales (Hortelano, 2003). El Camino de Santiago está dentro de la oferta del turismo cultural español por estar declarado por la UNESCO como Patrimonio de la Humanidad y por la motivación de los peregrinos (Amaro et al., 2018). Junto a esta inquietud cultural de los caminantes, todavía más de la mitad del peregrinaje se hace por una razón religiosa o espiritual que encumbra al Camino como un itinerario de turismo de peregrinación (Millán et al., 2010) y de turismo religioso con un lugar de culto (Millán & Pérez, 2017). Por último, la ruta jacobea también forma parte del turismo experiencial porque el acto de viajar revaloriza el territorio, el tránsito y al ser humano (Coccia, 2019).

Los efectos territoriales y económicos del tránsito de peregrinos, sobre todo a partir de la crisis financiera de finales del año 2008, han sido notorios y contrastados (Fernández et al., 2021). Además, en ese contexto el Camino resultaba atractivo para emprendedores y neorrurales desplazados desde los ámbitos urbanos próximos porque estaba cercana la fecha de celebración del Año Santo Jacobeo del 2010. Por tanto, en base a estas dos ideas, el objetivo marcado en este artículo es contrastar si el Camino de Santiago en el tramo palentino ha servido de revulsivo para el desarrollo local. La metodología utilizada ha sido la comparación de los datos de partida, previos al Año Santo 2010, con los del 2019 mediante el análisis de los indicadores y variables de los aspectos de servicios, infraestructuras y población. Los diversos materiales y datos facilitados por las instituciones públicas y las fuentes secundarias han servido de apoyo para alcanzar este objetivo.

La expansión del coronavirus SARS-CoV-2, denominado Covid-19, en territorio español al comienzo del 2020 ha truncado la evolución positiva de la afluencia de peregrinos y las esperanzas puestas en la celebración del Año Santo Jacobeo 2021 y en su prórroga de 2022. A lo largo del 2020, como consecuencia de la pandemia (confinamiento, restricciones de movilidad, cierre de las fronteras, miedo a viajar, etc.), las localidades palentinas del Camino de Santiago han estado sin movimiento de peregrinos y con poca actividad turística. Prácticamente, el hospedaje, la restauración, el comercio y otras empresas de servicios que viven de los peregrinos extranjeros y nacionales han mermado sus ingresos con grandes pérdidas en comparación a los años anteriores. De cara al futuro, las instituciones públicas, los agentes socioeconómicos y los empresarios tienen puestas sus miras en la celebración de la vigésimo quinta edición de la exposición de arte sacro de Las Edades del Hombre, bajo el título de *LUX* (luz en latín), con las tres sedes de Burgos, Carrión de los Condes y Sahagún. La muestra estará abierta entre mayo y diciembre de 2021, según ha avanzado la Fundación de Las Edades del Hombre, aunque pueda prolongarse unos meses más. El evento debe ser un revulsivo para el Camino Francés tras el parón por el virus y, especialmente, para el recorrido jacobeo palentino que había paliado las repercusiones de la crisis económica de 2008.

## 2. Metodología

### 2.1. Fuentes y métodos de análisis

La investigación sobre las características y la aportación del Camino de Santiago Francés al desarrollo local del tramo de la provincia palentina ha consistido, en primer lugar, en la revisión de las referencias bibliográficas (libros y artículos de revistas científicas), de las hemerotecas de la prensa provincial y de las diversas fuentes primarias. La consulta ineludible ha sido el Informe estadístico anual, denominado *La Peregrinación a Santiago*, confeccionado por la Oficina de Acogida al Peregrino de la Catedral de Santiago y las Encuestas sociológicas, antropológicas y económicas publicadas en la *Revista del Camino de Santiago. Peregrino*<sup>3</sup>. Los Análisis sociológicos, antropológicos y económicos, emanados de las encuestas, son una apuesta de la Federación de Asociaciones del Camino de Santiago que se vienen elaborando cada año a raíz del Año Jacobeo de 1993. Estos informes han sido complementados por las encuestas tratadas por el Centro de Estudios y Documentación del Camino de Santiago, con sede en la localidad palentina de Carrión de los Condes, y los estudios publicados por la Consejería de Cultura y Turismo de la Junta de Castilla y León.

En estos primeros pasos, también se ha asumido la recopilación y el establecimiento de las bases de datos socioeconómicos a escala municipal a partir de los Censos de población, Padrones de habitantes y los registros del movimiento natural (nacimientos y defunciones) facilitados en formato digital por el Instituto Nacional de Estadística (INE). Los demandantes activos parados por edad y sexo y por sectores de actividad se han obtenido a través de la página web del Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE). Además, a través de las guías, catálogos, inventarios, repertorios y boletines elaborados tanto por la administración regional como por la Diputación Provincial de Palencia han sido completadas las estadísticas sobre infraestructuras y servicios turísticos. Al mismo tiempo, se han sumado a estas fuentes de referencia para el análisis de las variables e indicadores las bases de datos de los recursos turísticos, de los monumentos y de los museos gestionadas por el Servicio de Turismo de la Institución provincial palentina. Este organismo ha contado con un Observatorio Turístico de la Provincia de Palencia en el período 2009-2019 que, a través del Boletín Informativo mensual, ha estudiado la demanda y la oferta del Camino de Santiago de las diferentes campañas (Hortelano & Gil, 2012).

La segunda fase del proceso ha consistido en la selección y el tratamiento de los datos. Para lograr este objetivo se ha utilizado un programa de gestión de bases de datos que ha permitido tanto organizar y estructurar la información como extraer los registros de interés. Para la tabulación y la presentación de los diversos resultados se ha recurrido a las funcionalidades de una hoja de cálculo.

En paralelo, con el fin de ubicar la información en el territorio para enriquecer la dimensión espacial de la investigación, se han creado una serie de mapas temáticos, tanto cualitativos como cuantitativos, apoyando las distintas secciones del estudio. El modelo de datos vectorial tomado como cartografía de

---

<sup>3</sup> Las «Encuestas anuales de Peregrinos» que realiza la Federación Española de Asociaciones de Amigos del Camino de Santiago surgieron en el año 1993 como una investigación sociológica. A partir del año 2002, se amplió su contenido con los análisis económicos y en el año 2016 se completó con el perfil antropológico de la peregrinación.

base o de referencia para la confección los mapas ha sido una selección de las capas (*shapefile*) que conforman la Base Cartográfica Numérica a escala 1/200.000 (BCN200) del Instituto Geográfico Nacional (IGN). Otras geometrías empleadas, como los espacios pertenecientes a la Red Natura 2000, se han extraído del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, y, los elementos patrimoniales, del Catálogo de Bienes Protegidos de la Junta de Castilla y León. Además, algunas capas han sido de creación propia y les ha sido asignada la información o atributos mediante herramientas relacionales. La realización de los mapas se llevó a cabo en el entorno de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), concretamente mediante el software ArcGIS. Para el tratamiento de estas capas geográficas se manejaron varias herramientas tanto de geoproceto y análisis geoespacial como de edición cartográfica.

La búsqueda de información específica relacionada con el Camino de Santiago ha llevado a realizar trabajo de campo para reconocer el área de estudio y captar la configuración y dinámica. Esto ha permitido actualizar y corregir algunas de las fuentes de información consideradas en la investigación, especialmente las relacionadas con los servicios turísticos destinados a los peregrinos. Es posible comprobar, de esta forma, algunos de los efectos derivados de la pandemia como el cierre temporal de algunos de los alojamientos hoteleros y extrahoteleros.

Por último, con la ayuda de los datos y de los corogramas se ha acometido la fase de interpretación y de análisis de los resultados a través de una redacción académica de los textos. La calidad literaria se fundamenta en la transmisión de los conocimientos para la comunidad científica y, también, de una forma legible, para la sociedad en general y los agentes socioeconómicos en particular. La ciencia aplicada debe tener visibilidad y aportar reflexiones a las problemáticas territoriales locales en un mundo globalizado cambiante y complejo.

## 2.2. Área de estudio

El tramo palentino del Camino de Santiago, de este a oeste, desde el Puente Fitero sobre el río Pisuerga en Itero de la Vega, donde abandona la provincia burgalesa (kilómetro 427), hasta el *Alto del Carrasco* en San Nicolás del Real Camino, que acomete las etapas leonesas (kilómetro 360), tiene una longitud de 67 kilómetros. En la provincia transita por los siguientes veinte términos municipales<sup>4</sup>: Boadilla del Camino, Bustillo del Páramo de Carrión, Calzada de los Molinos, Carrión de los Condes, Cervatos de la Cueva, Frómista, Itero de la Vega, Lagartos, Ledigos, Moratinos, Población de Campos, Pozo de Urama, Revenga de Campos, San Román de la Cuba, Valle del Retortillo, Villada, Villalcázar de Sirga, Villalcón, Villarmentero de Campos y Villovieco (Revilla, 1954). El recorrido del Camino, a su paso por Palencia, atraviesa dieciocho cascos urbanos de esta veintena de términos municipales. El trazado de la senda jacobea se adentra por las campiñas de Tierra de Campos y el borde meridional de los páramos detríticos de la comarca agraria de Saldaña-Valdavia, con unos valores naturales reconocidos en los espacios naturales protegidos por la Red Natura 2000<sup>5</sup> y, a su vez, con numerosos hitos del patrimonio cultural edificado e inmaterial (Figura 1).

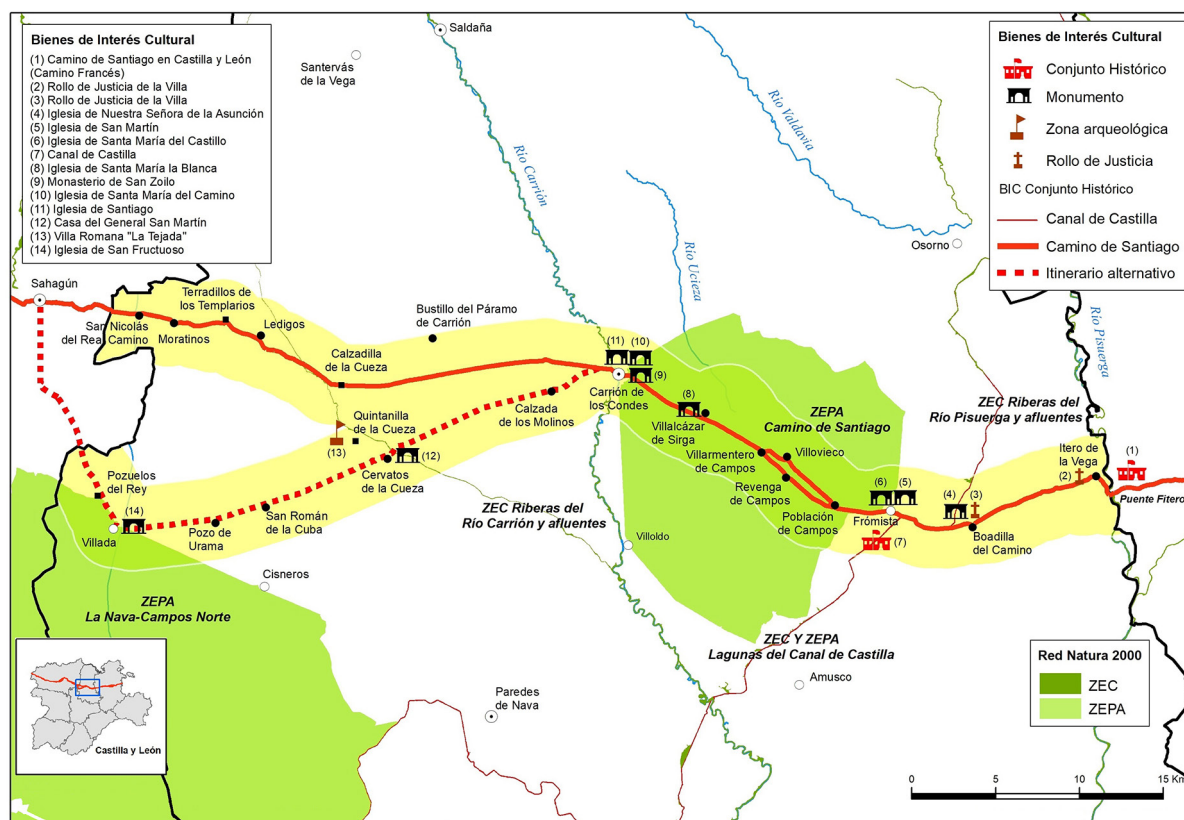
Es un camino mágico lleno de matices paisajísticos presidido por el labrantío de los campos de «pan llevar» y de las vegas mollaras en contraste con la vegetación de ribera y los espacios forestales de influencia atlántica. A la vera de la trocha solitaria entre el «mar de cereales» sobresale la silueta de los palomares de adobe y tapial recubiertos de cal donde zurean las palomas.

Como se puede comprobar, el tramo palentino cuenta con numerosos atractivos del patrimonio natural y cultural asociados al Camino de Santiago Francés que, en muchas ocasiones, pasan desapercibidos para los peregrinos aun siendo ejemplos de construcciones representativas a escala mundial. Una de las demandas más comunes de las Asociaciones de Amigos del Camino de Santiago es acercar el peregrino al patrimonio con el fin de afianzar su vínculo con el territorio y que no pase de Burgos a León, saltando el trayecto de Palencia.

4 La delimitación y marco de referencia municipal del Camino en la provincia de Palencia es la que se recoge en el Anexo del Decreto 324/1999, de 23 de diciembre, por el que se delimita la zona afectada por la declaración del conjunto histórico del Camino de Santiago (Camino Francés). La única particularidad ha sido el cambio de denominación del término municipal de Villalumbroso por el de Valle del Retortillo, por la fusión de los municipios de Abastas, Añoza, Villalumbroso (que ejerce la capitalidad) y Villatoquite en 1973.

5 Desde el punto de vista natural, el andarín en su avance hacia occidente pasará por los siguientes espacios naturales de la Red Natura 2000: las Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) «Camino de Santiago» (ES0000201) y «La Nava-Campos Norte» (ES4140036); las Zonas de Especial Conservación (ZEC) «Riberas del Río Pisuerga y afluentes» (ES4140082) y «Riberas del Río Carrión y afluentes» (ES4140077), y como ZEC y ZEPA las «Lagunas del Canal de Castilla» (ES0000205).

Figura 1. Itinerario y recursos del Camino de Santiago Francés en la provincia de Palencia



Fuente: Instituto Geográfico Nacional. BCN 200 y Junta de Castilla y León. Elaboración Lía Fernández Sangrador

### 3. Resultados

El Camino de Santiago Francés se ha reinventado con el paso de los años al unir a la motivación espiritual, religiosa y de fe del peregrinaje el redescubrimiento de la riqueza natural y cultural (tangibles e inmateriales) asociada al itinerario. El renacimiento del Camino viene avalado porque se trata de una línea de Oriente a Occidente cargada de vida, de naturaleza, de unidades de paisaje, de cruceros, de capillas, de hospitales y de una variada gastronomía. En los últimos años, incluso se han adherido a la oferta de la ruta nuevas instalaciones museísticas y eventos culturales que ensanchan las visiones y las experiencias del Camino.

El trayecto palentino del Camino está calificado en muchos textos literarios con el «sambenito» de «etapas duras» debido a que presenta elevadas temperaturas en algunas estaciones del año y por la ausencia de arbolado para resguardarse del ahornagante calor. De ahí que haya peregrinos que decidan saltar en autobús de Burgos a León para evitar la caminata por tierras palentinas. Por tanto, en este tramo se contabilizan sobre todo los denominados peregrinos de «largo recorrido», es decir, los que al menos han hollado el camino por dos Comunidades Autónomas y han partido desde los puertos de Roncesvalles (Navarra) o Somport (Aragón). Desde hace unos años, se están registrando cada vez más casos de peregrinos que parten desde la localidad francesa de Saint Jean Pied de Port y desde otras localidades del centro de Europa. En contraposición, en el tramo leonés y en el gallego se suman los caminantes que se centran en los últimos 100 kilómetros y en bicicleta y a caballo (200 kilómetros finales) para conseguir la acreditación oficial.

Según las fuentes oficiales, es complicado saber el número exacto de peregrinos que han pasado por los caminos a Santiago de Compostela, excepto los que recibieron el certificado de «La Compostela» en la Oficina de Acogida al Peregrino de la Catedral de Santiago tras presentar las credenciales. Los responsables de la Catedral de Santiago y los voluntarios de las asociaciones jacobeanas son conscientes de que el montante es mayor porque existen andarines que no pasan por la oficina, otros inician la peregrinación pero no la culminan y algunos sólo recorren varios tramos. A partir de estas aclaraciones, la evolución del número de peregrinos en la segunda década del siglo XXI ha ido en aumento por el «efecto del Año Santo del 2010» aunque se ha visto truncado por las consecuencias de la pandemia de la Covid-19 a lo largo del

2020. La suma del total de los peregrinos de todos los caminos ha pasado de 145.877 en 2009 a 347.578 en el año 2019 (más del doble), que representa, en términos relativos, un incremento del 138,27%. Sin embargo, en la línea ascendente se observa una disrupción positiva entre el conjunto de peregrinos del 2009 al 2010 y una caída en relación al Año Santo entre 2011 y 2012 para volver a resurgir con fuerza a partir del 2013. Estas mismas variaciones se han reproducido en las cifras registradas en el Camino de Santiago Francés, en base a los datos recogidos en el estudio Análisis Económico anual publicado en las páginas de la *Revista Peregrino* (Tabla 1). En este análisis se destaca la pérdida de peso del Camino Francés sobre el agregado de todos los caminos porque han emergido con fortaleza algunos itinerarios, como el Camino Portugués en sus diversas variantes, el del Norte, la Vía de la Plata, el Primitivo o el Inglés<sup>6</sup>.

Tabla 1. Evolución del número de peregrinos

Años	Tramo palentino	Total Camino Francés (%)	Camino Francés	Todos los caminos (%)	Total
2009	46.660	41,29	113.001	77,46	145.877
2010	52.892	27,95	189.212	69,53	272.135
2011	49.542	37,35	132.652	72,34	183.366
2012	51.348	38,04	134.979	70,12	192.488
2013	54.217	35,73	151.761	70,30	215.880
2014	58.382	36,03	162.055	68,12	237.886
2015	58.967	34,23	172.243	65,61	262.516
2016	59.579	33,84	176.075	63,37	277.835
2017	56.644	31,34	180.737	60,04	301.036
2018	55.115	29,60	186.199	56,88	327.378
2019	54.807	28,86	189.937	54,65	347.578

Fuente: Oficina de Acogida al Peregrino de Santiago de Compostela. Informes anuales y Peregrino. *Revista del Camino de Santiago*. Encuesta de Peregrinos. Análisis sociológico, antropológico y económico de la peregrinación

El tránsito de peregrinos por el tramo palentino ha sufrido una tendencia análoga al conjunto de caminos y al Camino Francés, con un antes y un después del Año Jacobeo de 2010, pero con algunas particularidades. El informe refleja el aumento de peregrinos en Palencia en la campaña del 2010, descienden durante los dos años siguientes, vuelven a recuperarse hasta el máximo de 2016 y, posteriormente, empiezan a menguar las cifras. El rebaje de los peregrinos en términos absolutos a su paso por tierras palentinas es preocupante pero, más aún, el descenso del porcentaje de andarines que en una década atravesaban la provincia por el Camino Francés. La Encuesta a los Peregrinos en Castilla y León, realizada por el Centro de Estudios y Documentación del Camino de Santiago ubicado en el Real Monasterio de San Zoilo de Carrión de los Condes, también pone en evidencia el éxito del tramo palentino en esta década aunque estima una horquilla entre el 10 y el 15% menor en cuanto al número de peregrinos en cada año ofrecido por la *Revista Peregrino*. Ambas fuentes coinciden en que, en la actualidad, la mayoría de los peregrinos para llegar a Santiago realizan la ruta a pie (89,59%) frente a la utilización de la bicicleta y al caballo (13,41%) o a la silla de ruedas y a la vela con cifras testimoniales. En los años iniciales de la década, la bici y las caballerías representaban más del 25% pero las limitaciones y las dificultades en la ruta han impulsado a los caminantes.

El perfil del peregrino habla de un predominio de los hombres en relación a las mujeres y de una franja de edad entre los 30 y 60 años. La procedencia de los peregrinos en el tramo palentino, en consonancia con el tipo ya reseñado de «largo recorrido», se inclina de forma mayoritaria hacia el dominio de los extranjeros sobre los españoles. Las nacionalidades de los andarines de fuera de nuestras fronteras están encabezadas por los oriundos de Italia, Alemania, Francia, Reino Unido, Estados Unidos<sup>7</sup>, Canadá, Corea

6 Las Asociaciones de Amigos del Camino de Santiago han estudiado, identificado y catalogado en España más de una treintena de rutas jacobeanas aunque una gran parte son «caminos afluentes» de los principales: Francés, Norte, Portugués, Vía de la Plata e Inglés.

7 El Camino de Santiago Francés ha ganado adeptos en Estados Unidos por la película *The Way*, dirigida por Emilio Estévez en el año 2010, y por la emisión de una serie de documentales grabados en septiembre de 2013 en el canal de televisión de la presentadora y empresaria de comunicación Oprah Gail Winfrey.

del Sur, Japón, Irlanda y Polonia y han perdido presencia países tradicionales como Países Bajos y Bélgica. Los peregrinos internacionales prefieren las estaciones de primavera y otoño para hacer la ruta porque huyen de la masificación veraniega con la incorporación de los caminantes jóvenes españoles y de los rigores del estío. En cambio, los peregrinos nacionales provenientes, principalmente, de la Comunidad de Madrid, Andalucía, Cataluña, Comunitat Valenciana y de las provincias de Castilla y León, aprovechan las vacaciones estivales con la finalidad de llegar a Santiago de Compostela en torno a la festividad. En este sentido, a tenor de los registros de peregrinos, el Camino palentino tiene más tirón fuera de España que dentro con una desestacionalización (la primavera y el otoño priman sobre el verano).

Para algunos expertos, el aumento de peregrinos no ha contribuido en la misma proporción con el impacto económico, sobre todo en los años 2011 y 2012, porque los peregrinos también padecieron las consecuencias de la crisis financiera del 2008. Los transeúntes pagan por hacer uso de establecimientos, servicios e infraestructuras que encuentran a su paso pero el gasto no es tan elevado como a priori cabe esperar. Los informes sobre el Análisis Económico realizados entre 2009 y 2019 por el equipo de la *Revista Peregrino*<sup>8</sup> permiten conocer el flujo económico en el tramo palentino (Tabla 2). Los responsables del estudio estiman la repercusión económica a partir del número total de peregrinos por tramos en un año, tanto a pie como en bicicleta y a caballo, para calcular el número de jornadas que realizan (mediante una media kilométrica diferente, 25 km caminantes y 55 km ciclistas y jinetes) y multiplicar el conjunto de etapas por el gasto diario. La media de gasto diario por peregrino en esta década se ha movido de los 36 euros en el 2009 a 43 euros en 2019, que viene a ser lo que invierten los caminantes en alimentación, pernoctación, farmacia, transporte<sup>9</sup>, etc. Como resultado, el flujo económico producido por los peregrinos en el tramo palentino ha sido constante y progresivo, a pesar de la crisis económica, pero en un porcentaje menor en comparación a los crecimientos del gasto en todo el Camino Francés y en el conjunto de todos los caminos a Santiago.

Tabla 2. Aproximación al flujo económico a partir del gasto diario de los peregrinos (euros)

Años	Carrión de los Condes	Tramo palentino	Camino Francés	Total todos los caminos
2009	625.000	3.870.288	60.662.585	74.135.002
2010	1.075.000	4.663.717	88.391.124	124.957.315
2011	725.000	4.313.053	81.928.114	104.348.000
2012	890.000	4.563.443	73.520.272	98.790.986
2013	1.020.000	4.863.445	80.818.981	127.226.356
2014	1.115.000	5.309.983	87.144.712	120.095.728
2015	1.075.000	5.700.216	95.608.316	136.738.348
2016	1.050.000	5.552.837	93.306.074	137.722.617
2017	1.010.000	5.310.815	92.521.572	144.898.294
2018	1.005.000	5.236.978	92.745.103	153.858.481
2019	1.115.000	5.889.018	104.984.289	181.780.036

Fuente: *Peregrino. Revista del Camino de Santiago*. Encuesta de Peregrinos. Análisis sociológico, antropológico y económico de la peregrinación

El principal desembolso responde al pago de las tres pernoctaciones necesarias para recorrer el tramo palentino (Junta de Castilla y León, 2009), a lo que se añade el gasto en la manutención, aunque sea básica a base de bocadillos, los productos típicos, los recuerdos, la adquisición de entradas, las consumiciones en bares, el transporte de equipaje (traslada de punto a punto las maletas y las mochilas) y los gastos extras por imprevistos (ropa, calzado, asistencia sanitaria, medicinas, etc.). A tenor de los datos ofrecidos por la

<sup>8</sup> Los análisis económicos derivados de la «Encuesta anual de Peregrinos», de la *Revista Peregrino*, están firmados por don Juan José Fernández del Río de la Asociación de Amigos de los Caminos de Santiago de Madrid.

<sup>9</sup> En el Balance del Camino de Santiago del año 2013 «Más almas para una ruta muy internacional», publicado en el periódico *El Mundo de Castilla y León* el 2 de enero de 2014, el gasto medio diario oscilaba entre 20 y 30 euros, siendo el desembolso mayor para pagar la noche de albergue de 10 euros, el desayuno de 3 euros, el menú de 8 a 10 euros de comida y cena y otros pequeños gastos.

Consejería de Cultura y Turismo de Castilla y León, en el «Estudio sobre la ocupación de los albergues en el Camino de Santiago Francés entre los años 2010-2013» (Junta de Castilla y León, 2014), el alojamiento más demandado por los peregrinos fueron los albergues con un gasto medio de 10,38 euros en el año 2013.

Por último, hay que reseñar que entre las poblaciones del Camino Francés con mayor repercusión económica aparece Carrión de los Condes, ubicada en pleno corazón del tramo palentino. Esta villa histórica ha pasado de un flujo económico de 625.000 euros en el 2009 a 1.115.000 euros en el 2019 debido a la amplia oferta de alojamientos y de servicios. Además, a su localización estratégica y a la variada gama de equipamientos, suma un rico patrimonio natural, cultural y gastronómico (García, 2014) que influye en el peregrino a la hora de seleccionar a la localidad como parada, visita y pernocta.

## 4. Discusión

La incidencia positiva del Camino de Santiago Francés, según la estimación del flujo económico generado por el gasto medio diario de los peregrinos en los municipios palentinos en esta última década, ha quedado demostrada. Sin embargo, a pesar de este creciente caudal económico ingresado por el territorio, algunos indicadores socioeconómicos evidencian que no ha logrado ser el motor esperado para avanzar en el ansiado desarrollo local. Las acciones institucionales públicas y los esfuerzos de los emprendedores privados con el fin de reforzar e intensificar los beneficios jacobeos no han sido suficientes para compensar las negativas variables demográficas. Las posibles causas de la atonía local se centran en las desventajas de partida heredadas que han lastrado las oportunidades laborales orientadas a jóvenes y mujeres y para atraer a nuevos vecinos. Desde el punto de vista inverso, si este espacio rural no estuviera atravesado por el Camino de Santiago y no contara con los recursos vinculados al patrimonio natural y cultural, la brecha sería más profunda y mayores las dificultades para que esta comarca pudiera reducir las divergencias sociales, económicas y territoriales que la separan de otros espacios más dinámicos.

### 4.1. El emprendimiento focalizado en el hospedaje y la restauración

El Camino de Santiago representa un producto de turismo cultural, religioso y experiencial que ha movido en esta última década un considerable número de peregrinos y de visitantes y ha provocado un flujo económico reseñable, como ya se ha comentado. Por este motivo, las ramas que se han beneficiado de esta situación en el tramo palentino han sido la red de alojamientos hoteleros y extrahoteleros y los establecimientos de restauración (Tabla 3). En cuanto a los establecimientos hoteleros, la oscilación ha consistido en sumar dos nuevas pensiones que han supuesto 36 plazas más. Las tipologías alojativas de apartamento turístico y de vivienda de uso turístico también han incrementado su presencia, si bien esta última se ha regulado recientemente en Castilla y León<sup>10</sup>. En lo que atañe a los alojamientos de turismo rural<sup>11</sup>, tras la bonanza de los años noventa del siglo pasado y en el umbral del siglo XXI se han estancado y solamente se constatan reajustes con la desaparición de la categoría de Centro de Turismo Rural que ha pasado a Hotel Rural. Entre la oferta alojativa de la zona, también se encuentra un campamento de turismo de segunda categoría en Carrión de los Condes como complemento de las tipologías más tradicionales, con un precio muy asequible para toda la demanda y orientado a los peregrinos y turistas que quieren un contacto más cercano con la naturaleza.

Sin lugar a dudas, según las fuentes administrativas, el mayor dinamismo de la oferta de alojamientos está vinculado al aumento y la mejora de los albergues con la irrupción en la gestión de empresarios privados junto a las iniciativas municipales y de órdenes religiosas. Los albergues, hospicios, posadas y hospitales de peregrinos son un referente del Camino a lo largo de la historia desde la época medieval. A estos alojamientos hay que sumar la disponibilidad de camas para los peregrinos en monasterios, conventos e iglesias amparados en sus orígenes por monarcas y obispos. En la primera guía del Camino de Santiago «Camino Francés» escrita por Aymeric Picaud, que aparece en el año 1139 incluida en el libro V del «*Codex Calixtinus*» (o «*Códice Calixtino*»), ya se hacía referencia a los hospitales para reparación de santos peregrinos. Con el paso de los siglos, la red de hospederías de la ruta jacobea se ha consolidado

<sup>10</sup> Decreto 3/2017, de 16 de febrero, por el que se regulan los establecimientos de alojamiento en la modalidad de vivienda de uso turístico en la Comunidad de Castilla y León (BOCyL nº 33, de 17 de febrero de 2017).

<sup>11</sup> El Decreto 75/2013, de 28 de noviembre, por el que se regulan los establecimientos de alojamiento de turismo rural en la Comunidad de Castilla y León, recoge las siguientes modalidades: Hotel Rural (H.R.), Posada (PO) y Casa Rural (C.R.), que puede ser Casa Rural de Alquiler (C.R.A.) y Casa Rural de Alojamiento Compartido (C.R.A.C.).



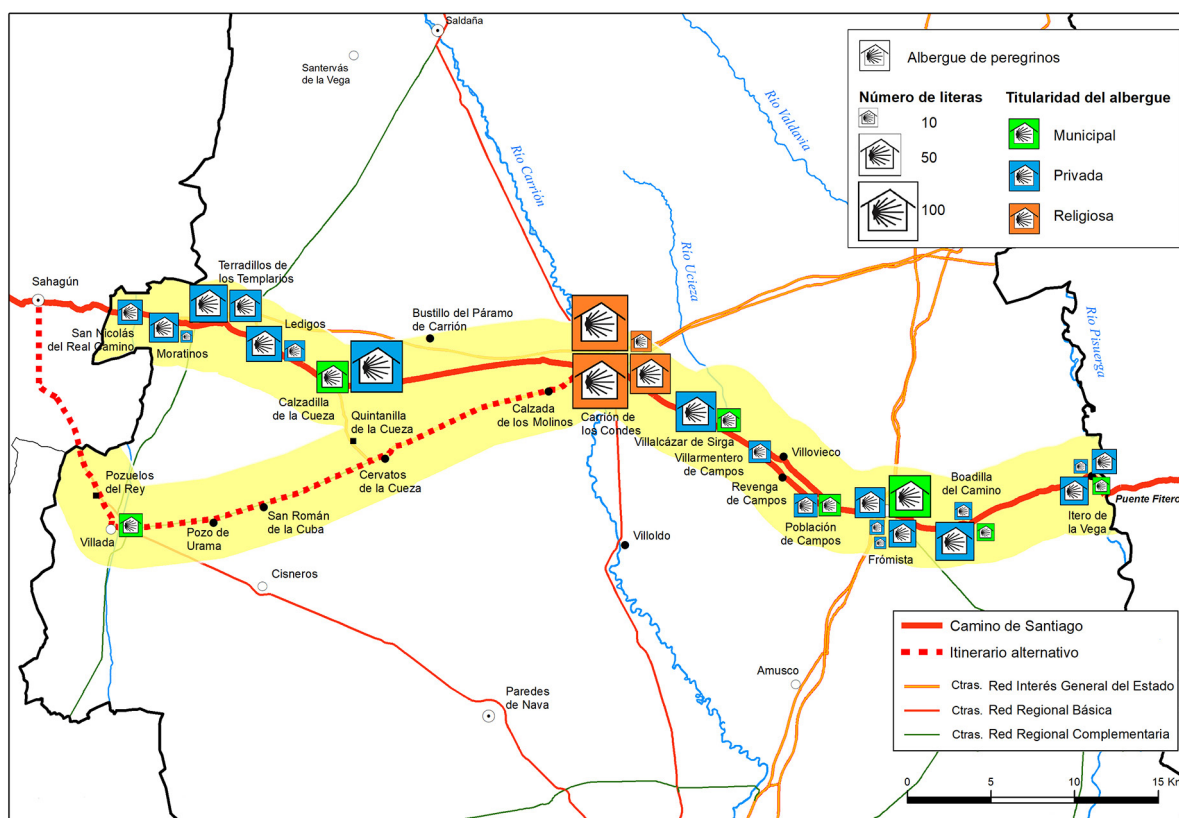
como una marca particular para dar cobijo a los peregrinos. Las características específicas del alojamiento y la aceptación por parte de los peregrinos (la atención, la limpieza y el buen precio), han contribuido en este último decenio al aumento del número y de las plazas en los albergues del tramo palentino. En la actualidad, han evolucionado los edificios y su categorización administrativa pero no se ha transformado el espíritu de acogida y servicio al peregrino con una presencia a lo largo de la ruta aunque con una mayor concentración en Itero de la Vega, Boadilla del Camino, Frómista y Carrión de los Condes (Figura 2).

Tabla 3. Evolución de la oferta de alojamientos y restauración

Establecimientos	2010		2019	
	Número	Plazas	Número	Plazas
Hoteles	3	148	3	148
Hostales	9	183	9	205
Pensiones	3	40	5	76
Apartamentos turísticos	1	19	3	44
Vivienda de uso turístico	0	0	1	9
Alojamientos de turismo rural	16	157	16	167
Albergues	18	684	32	989
Campamento de turismo	1	289	1	228
Restaurantes	27	2.269	40	3.283

Fuente: Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo. Portal Oficial de Turismo

Figura 2. Albergues de peregrinos: capacidad y titularidad



Fuente: Instituto Geográfico Nacional. BCN 200 y Junta de Castilla y León. Consejería de Cultura y Turismo. Portal Oficial de Turismo. Elaboración Lía Fernández Sangrador

Asimismo, los establecimientos de restauración han sido un foco de emprendimiento que no sólo dan servicio a los peregrinos sino que también atienden a los propios vecinos, los turistas y los transeúntes

de paso. Las casas de comidas han experimentado un espectacular incremento en el último decenio al pasar de 27 locales con capacidad para 2.269 comensales a 40 salones para 3.283 cubiertos. La red de restaurantes ofrece una variedad de opciones y cubre todo el espacio geográfico. En las cartas destacan los platos típicos como los entrantes a base de morcilla, la sopa castellana y el lechazo churro asado al horno.

Las actividades turísticas aglutinan el emprendimiento y la generación de empleo dentro del sector terciario en el trayecto palentino. Los emprendedores se han decantado por la apertura de hospedajes en albergues y de casas de comidas por la seguridad y la viabilidad que daba el paso de los peregrinos y de los turistas. Además de incrementar los establecimientos y plazas, si se tienen en cuenta las estadísticas de parados suministradas por el Servicio Público de Empleo Estatal (SEPE), la inauguración de negocios turísticos ha contribuido a la bajada de desempleados. A principios del año 2010, el paro registrado en los municipios inmersos en la traza jacobea ascendía a 324 personas (173 varones y 151 mujeres) mientras que al finalizar 2019 se había reducido a 248 personas (108 varones y 140 mujeres). La lectura positiva es la disminución en conjunto de la tasa de paro, que pasó del 5,01% en 2010 a 4,25% en 2019, pero lo negativo en este decenio es el elevado número de mujeres que engrosan la lista de demandantes activas de empleo en el sector de los servicios, cifras que no ayudan a la fijación de población ni al desarrollo local. Con la expansión de la pandemia de la Covid-19 y las restricciones asociadas a ella, los primeros afectados han sido los negocios de hospedaje y de comidas que ven peligrar el futuro a pesar de la asunción de férreos protocolos de seguridad.

#### 4.2. La inversión en la oferta turística complementaria

El tramo palentino de la ruta jacobea está cargado de recursos del patrimonio natural y cultural que era necesario adecuar con el fin de aprovechar todas las sinergias que ofrece el paso de los peregrinos y, al mismo tiempo, atraer a un mayor número de turistas. En esta última década, las administraciones públicas (regional, provincial y local) han realizado cuantiosas inversiones encaminadas a complementar y multiplicar la oferta turística en el Camino.

La localidad de Frómista ya era un referente de parada obligada por contar con la Iglesia románica de San Martín de Tours (Arroyo, 2006) y el museo parroquial de San Pedro, que recibieron, respectivamente, 58.238 y 46.606 visitantes en 2019 (Figura 3). Al amparo del auge del peregrinaje, la Fundación Santa María del Castillo realizó el montaje de la Exposición «*Vestigia, Leyenda del Camino*», en la iglesia de Santa María del Castillo, por donde pasaron 10.894 personas en el 2019. El recorrido multimedia, inaugurado el 11 de septiembre de 2008 y ampliado el 25 de marzo de 2010, relata la historia, los milagros y las leyendas del Camino de Santiago y de la villa fromista en seis capítulos. Además, para fortalecer Frómista como destino, la Diputación Provincial de Palencia trasladó el 6 de agosto de 2018 el barco turístico «Juan de Homar» desde Villaumbrales, para surcar las aguas del Canal de Castilla entre la Casa del Esclusero y Boadilla del Camino. Al coincidir en este tramo el Camino de Santiago con el Camino de sirga del Canal de Castilla un elevado porcentaje de los más de 12.000 pasajeros que realizaron el trayecto fluvial en 2019 fueron peregrinos. Por último, el consistorio solicitó a la Confederación Hidrográfica del Duero la cesión de la antigua casa del esclusero, situada en la cuádruple esclusa del Ramal del Norte del Canal de Castilla (números 17, 18, 19 y 20), con el fin de que sirviera de punto de información al peregrino y al turista. Tras las obras de reforma, el 30 de junio de 2014 abrió sus puertas la Oficina de Turismo de «La Casa del Esclusero», con un montante de 15.429 consultas en 2019.

En idéntica posición que Frómista se encuentra la villa de Carrión de los Condes en cuanto a la aceptación como referente turístico e hito en el Camino por parte de los peregrinos. La trama urbana, los monasterios, las iglesias y la celebración del «Corpus Christi»<sup>12</sup>, con sus famosas alfombras florales, ya gozaban de un elevado número de visitantes. La administración autonómica ha intervenido en el Real Monasterio de San Zoilo, como punto simbólico del Camino, con una nueva musealización del claustro, la iglesia y la sala Galilea. La puesta en valor del conjunto monacal que forma parte de los Sitios Cluniacenses desde 2014 ha atraído a 17.693 visitantes en 2019. La Diputación Provincial de Palencia ha mostrado interés por adecuar el recorrido interpretativo por la villa romana de «La Tejada», en Quintanilla de la Cueva, con el afán de sobrepasar los 4.574 visitantes del 2019.

12 ORDEN CYT/146/2008, de 15 de enero, por la que se declara Fiesta de Interés Turístico de Castilla y León al «Corpus Christi», de Carrión de los Condes (Palencia) (BOCyL n.º 24, de 8 de febrero de 2008).



Tabla 4. Evolución de la población residente

Términos municipales	2010	2012	2014	2016	2018	2020
Boadilla del Camino	127	113	103	123	115	121
Bustillo del Páramo de Carrión	70	64	64	63	61	62
Calzada de los Molinos	355	347	339	340	326	324
Carrión de los Condes	2.279	2.231	2.198	2.150	2.096	2.035
Cervatos de la Cueva	316	307	300	287	262	265
Frómista	816	846	831	804	770	784
Itero de la Vega	180	184	187	171	157	154
Lagartos	146	146	138	137	136	124
Ledigos	76	70	68	66	63	66
Moratinos	69	67	64	61	59	62
Población de Campos	144	136	135	137	131	131
Pozo de Urama	32	31	30	28	24	23
Revengea de Campos	154	168	167	161	151	146
San Román de la Cuba	98	87	80	68	65	61
Valle del Retortillo	174	191	190	188	174	160
Villada	1.087	1.080	1.042	1.008	963	920
Villalcázar de Sirga	178	165	159	172	169	171
Villalcón	70	67	72	69	66	60
Villarmentero de Campos	11	14	18	20	16	18
Villovieco	89	80	74	74	75	74
Total	6.471	6.394	6.259	6.127	5.879	5.761

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE). Padrones de habitantes

Las consecuencias derivadas de la pérdida de habitantes y de un saldo real negativo (balance entre crecimiento natural y las migraciones) han provocado unas fracturas en la desestructuración por edad y sexo y en la despoblación del territorio. El elevado grado de envejecimiento se constata con la tasa de vejez que ha pasado del 31,06% en 2010 al 32,82% en 2020 y en la tasa de masculinidad del área con una mayoría de varones en relación a las mujeres. La bajada de la densidad de población, de 9,59 hab./km<sup>2</sup> en 2010 a 8,54 hab./km<sup>2</sup> en 2020, raya con el umbral de la «desertización demográfica», fijado en 10,00 hab./km<sup>2</sup>, y se aleja de los 12,50 hab./km<sup>2</sup> definidos por la Unión Europea para clasificar un territorio como despoblado.

El análisis de los recursos humanos pone de manifiesto que la repercusión del Camino de Santiago no ha sido capaz de revertir la tendencia demográfica negativa de los municipios por los que circula la ruta en el tramo palentino. Los aportes del itinerario jacobeo tampoco han dado la vuelta al elevado índice de envejecimiento ni han ayudado a paliar el progresivo vaciamiento local.

## 5. Conclusiones

A partir del análisis de los datos aportados por las diversas instituciones se puede concluir que el Camino de Santiago Francés a su paso por la provincia palentina ha contribuido de una forma tibia al desarrollo local. No cabe duda, porque todas las fuentes consultadas muestran las mismas tendencias, que en la segunda década del siglo XXI tras la crisis económica del 2008, tanto el número de peregrinos como el flujo económico, han sido crecientes hasta el parón derivado de la pandemia de la Covid-19. Pero, los excelentes balances del flujo económico fruto del gasto diario de los andarines a Santiago de Compostela, principalmente de origen extranjero, no han logrado generalizar un dinamismo socioeconómico en los municipios de la ruta jacobea. También, habría que sumar el gasto realizado por los excursionistas y los turistas que se acercaron por una motivación de ocio a los diferentes recursos del patrimonio natural y cultural ubicados en el itinerario.

La discusión de los resultados obtenidos demuestra una serie de conclusiones interrelacionadas que ponen en evidencia el pobre dinamismo local en torno del Camino de Santiago. La primera certeza es que los emprendedores se han orientado a la apertura de alojamientos hoteleros y extrahoteleros y salones de restauración. Las tipologías alojativas en crecimiento han sido los apartamentos turísticos, las viviendas de uso turístico y, sobre todo, los albergues. No ha incidido, sin embargo, en la oferta centrada en la red hotelera más tradicional, como las categorías de hoteles, hostales y pensiones, y los alojamientos de turismo rural, que ha permanecido inalterada. El influjo del Camino se aprecia en las iniciativas de casas de comidas destinadas a cubrir todo tipo de demanda local, peregrina y turística. La inauguración de negocios ha conseguido incrementar el número y las plazas de las infraestructuras volcadas a los peregrinos y visitantes sin ser capaces de generar empleo estable.

En segundo lugar, la política institucional de refuerzo y complemento a partir de la puesta en valor de los recursos patrimoniales vinculados al Camino de Santiago Francés palentino no se ha traducido en el revulsivo esperado. La rehabilitación e interpretación de monumentos, así como la disponibilidad de un barco turístico en el trayecto en el que coincide el Camino por la sirga del Canal de Castilla han sumado nuevos atractivos pero muy focalizados en las villas de Frómista y de Carrión de los Condes. La apuesta pública de revalorización del patrimonio a lo largo de la senda debe continuar y apoyar las «buenas prácticas» creativas e inteligentes.

Por último, se ha comprobado que la dinámica positiva de los peregrinos no ha conllevado una subida de los padrones de habitantes en ninguno de los municipios afectados por la franja jacobea. La pérdida de población del conjunto de los municipios provoca un colapso demográfico que muestra unas fracturas en el elevado índice de envejecimiento y la bajada de la densidad de población a umbrales rayanos con la «desertización demográfica».

La conclusión final es que el Camino de Santiago en el tramo palentino no ha sido el motor del desarrollo local que se esperaba tras la crisis económica del 2008 y las expectativas puestas en la celebración del Año Santo Jacobeo en 2010. Los datos de la ruta han ayudado a mover capitales privados y proyectos institucionales pero no han creado las sinergias necesarias para percutir en la población y el empleo, ni tan siquiera en las cabeceras de servicios. De cara al futuro, el Camino debe seguir jugando un papel estratégico en el desarrollo local de este territorio con intervenciones en un doble sentido, para mejorar la calidad de vida de la población y en la atención al peregrino, más aún ante las incertidumbres generadas por la pandemia de la Covid-19 con el desarrollo del Año Santo Jacobeo 2021/2022.

## Referencias

- Alonso, F. (2009). Santiago y los Caminos de Santiago: un paisaje cultural, una cultura del paisaje. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 51, 203-208. <https://www.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/1138>
- Amaro, S., Antunes, A., & Henriques, C. (2018). A closer look at Santiago de Compostela's pilgrims through the lens of motivations. *Tourism Management*, 64, 271-280. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2017.09.007>
- Arroyo, C. (2006). *San Martín de Frómista*. Ediciones Cálamo.
- Cabero, V. (1996). Medio ambiente, paisaje y patrimonio en Castilla y León. In A. García Simón, & J. Ortega Valcárcel (Eds.), *Historia de una cultura* (vol. IV, pp. 231-107). Junta de Castilla y León, Consejería de Educación y Cultura.
- Coccia, L. (2019). Turismo experiencial. Travesías por el territorio y valoración del patrimonio cultural. *Estudios Turísticos*, 217-218, 205-216. [https://turismo.janium.net/janium/Objetos/REVISTAS\\_ESTUDIOS\\_TURISTICOS/16%20turismo%20experiencial.pdf](https://turismo.janium.net/janium/Objetos/REVISTAS_ESTUDIOS_TURISTICOS/16%20turismo%20experiencial.pdf)
- Delgado, E. (2019). La decadencia demográfica de la Tierra de Campos palentina (1950-2017). *PITTM*, 90, 65-94.
- Diputación Provincial de Palencia. (2020). *Visitantes a monumentos y museos*. Servicio de Turismo.
- Federación Española de Asociaciones de Amigos del Camino de Santiago. (2009-2020). Encuesta de Peregrinos. Análisis sociológico, antropológico y económico de la peregrinación. *Peregrino. Revista del Camino de Santiago*. <https://www.caminosantiago.org/cpperegrino/comun/inicio.asp>
- Fernández, M., Fernández, D., & Riveiro, D. (2021). El impacto del Camino de Santiago a escala local: la percepción de los residentes de dos municipios gallegos. *Cuadernos de Turismo*, 47, 37-63. <https://doi.org/10.6018/turismo.474001>
- García, L. (2014). *Carrión de los Condes. Arte, historia y tradiciones*. Aruz Ediciones.
- Hortelano, L. A. (2003). El desarrollo del turismo cultural en el medio rural de Castilla y León. In J. M. Cantarero Quesada (Coord.), *Turismo y cultura en el medio rural. La gestión sostenible y competitiva* (pp. 69-107). Centro de Turismo de Interior de Andalucía (CENTIA).
- Hortelano, L. A., & Gil, L. C. (2012). El Observatorio Turístico de la provincia de Palencia. *Polígonos. Revista de Geografía*, 23, 269-272. <http://dx.doi.org/10.18002/pol.v0i23.545>
- Instituto Geográfico Nacional. Base cartográfica numérica escala 1/200.000. Centro Nacional de Información Geográfica.
- Instituto Nacional de Estadística. Estadística del padrón continuo. [https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica\\_P&cid=1254734710984](https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254734710984)
- Junta de Castilla y León. (2009). *Guía del peregrino del Camino Francés*. SOTUR.
- Junta de Castilla y León. (2014). *Estudio sobre la ocupación de los albergues en el Camino de Santiago Francés entre los años 2010-2013*. Consejería de Cultura y Turismo. <https://www.turismocastillayleon.com/es/espacio-profesionales/informaciones/estudio-ocupacion-albergues-camino-santiago-frances>
- Junta de Castilla y León. Catálogo de Bienes de Interés Cultural. Consejería de Cultura y Turismo. <https://servicios.jcyl.es/pweb/portada.do>
- Junta de Castilla y León. Portal Oficial de Turismo. Consejería de Cultura y Turismo. <https://www.turismocastillayleon.com/es>
- Lois, R. C., & López, L. (2012). El Camino de Santiago: una aproximación a su carácter polisémico desde la geografía cultural y el turismo. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 58(3), 459-479. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.6>
- Lois, R. C., & López, L. (2021). The Singularity of the Camino de Santiago as a Contemporary Tourism Case. In P. Pileri y R. Moscarelli (Ed.), *Cycling & Walking for Regional Development. How Slowness Regenerates Marginal Areas* (pp. 221-233). Springer Nature Switzerland AG 2021. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-44003-9\\_15](https://doi.org/10.1007/978-3-030-44003-9_15)
- López, L., Lois, R. C., & Castro, B. M. (2017). Spiritual tourism on the way of Saint James the current situation. *Tourism Management Perspectives*, 24, 225-234. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2017.07.015>

- López, L., Pazos, M., & Piñeiro, M<sup>a</sup>. A. (2019). ¿Existe overtourism en Santiago de Compostela? Contribuciones para un debate ya iniciado. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 83, 1-48. <https://doi.org/10.21138/bage.2825>
- Maak, K. (2009). El Camino de Santiago como posible motor turístico en zonas rurales de escasos recursos: el caso de Brandeburgo. *Cuadernos de Turismo*, 23, 149-172.
- Martín Duque, C. (2014). El Camino de Santiago primitivo a su paso por Asturias, estudio de una ruta cultural desde la perspectiva turística. *Cuadernos de Turismo*, 33, 233-249.
- Martín-Duque, C. (2017). Los impactos del turismo en el Camino de Santiago Francés: una aproximación cualitativa. *Methados. Revista de Ciencias Sociales*, 5(1), 62-73. <http://dx.doi.org/10.17502/m.rcs.v5i1.155>
- Martín-Duque, C., & Morère-Molinero, N. (2019). La evaluación de la capacidad de carga perceptual en el Camino de Santiago Francés: una aproximación cuantitativa. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 82, 1-33. <http://dx.doi.org/10.21138/bage.2682>
- Millán, M<sup>a</sup>. G.; Morales, E., & Pérez, L. M<sup>a</sup>. (2010). Turismo religioso: estudio del Camino de Santiago. *Gestión Turística*, 13, 9-37. <https://doi.org/10.4206/gest.tur.2010.n13-01>
- Millán, M<sup>a</sup>. G., & Pérez, L. M<sup>a</sup>. (2017). El turismo religioso en distintas zonas geográficas de España: características de los turistas. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 75, 29-54. <https://doi.org/10.21138/bage.2491>
- Ortega, J. (1998). El patrimonio territorial: el territorio como recurso cultural y económico. *Ciudades. Revista del Instituto Universitario de Urbanística de la Universidad de Valladolid*, 4, 33-48.
- Pack, S. D. (2010). Revival of the Pilgrimage to Santiago de Compostela: The Politics of Religious, National and European Patrimony, 1879-1988. *The Journal of Modern History*, 82(2), 335-367. <https://doi.org/10.1086/651613>
- Precedo, A., Revilla, A., & Míguez, A. (2007). El turismo cultural como factor estratégico de desarrollo: el camino de Santiago. *Estudios Geográficos*, LXVIII, 262, 205-234. <https://doi.org/10.3989/egeogr.2007.i262.11>
- Revilla, R. (1954). Camino de Santiago. Pueblos enclavados en la ruta de la provincia de Palencia. *PITTM*, 11, 1-42.
- Santos, J. M. (2006). El Camino de Santiago: turistas y peregrinos hacia Compostela. *Cuadernos de Turismo*, 18, 135-150.
- Santos, J. M., & Lois, R. C. (2011). El Camino de Santiago en el contexto de los nuevos turismos. *Estudios Turísticos*, 189, 95-116.
- Somoza, X., & Lois, R. C. (2017). Ordenación del Territorio y estrategias de planificación en los Caminos de Santiago Patrimonio Mundial. *Investigaciones Geográficas*, 68, 47-63. <https://doi.org/10.14198/INGEO2017.68.03>
- Turespaña. (2001). *Turismo cultural*. Estudios de Productos Turísticos, 3. Ministerio de Economía.





Cita bibliográfica: Alberdi Collantes, J. C. (2022). Situación de los circuitos cortos de comercialización y agroecología durante la COVID-19 en Gipuzkoa (País Vasco, España). *Investigaciones Geográficas*, (78), 169-190. <https://doi.org/10.14198/INGEO.20092>

# Situación de los circuitos cortos de comercialización y agroecología durante la COVID-19 en Gipuzkoa (País Vasco, España)

## *Short marketing circuits and agroecology during COVID-19 in Gipuzkoa (Basque Country, Spain)*

Juan Cruz Alberdi Collantes<sup>1</sup> 

### Resumen

La irrupción de la COVID-19 provocó toda una serie de cambios en el conjunto de la sociedad. Las tendencias alimenticias también se vieron alteradas, incrementándose la demanda de producto fresco y de proximidad. Iniciativas campesinas locales, apoyadas en circuitos cortos de comercialización, se vieron beneficiadas por las nuevas tendencias, aumentando en número y demanda. Pero, un año después del inicio de la pandemia, surgen dudas sobre el futuro de algunas de las que se desarrollan los primeros meses. Crisis alimenticias anteriores demuestran que la sociedad tiende a volver a corto plazo a la situación previa al momento detonante. La investigación, centrada en el territorio de Gipuzkoa (País Vasco), demuestra que los canales cortos de comercialización se han visto beneficiados por la irrupción de la COVID-19 y la venta de producto local ha crecido de manera significativa. Pero no todos han reaccionado de manera similar. Es el consumo de frutas y hortalizas el principal beneficiado y el consumidor más concienciado, el que engrosa los grupos y cooperativas de consumo de productos ecológicos, el que más ha crecido. Es un consumidor joven, con poder adquisitivo y con mayor nivel de concienciación y que, al menos durante la pandemia, mantiene su apuesta por el producto ecológico y local.

**Palabras clave:** agroecología; circuitos cortos de comercialización; desarrollo rural; País Vasco.

### Abstract

The emergence of COVID-19 caused a series of changes in society. Food trends were altered with increased demand for fresh and local produce. Local farmer initiatives, supported by short marketing circuits, benefited from these new trends and increased in number and demand. But one year after the beginning of the pandemic, doubts arise about the future of some of the initiatives that were developed in the first months. Past food crises show that society tends to return in the short term to the situation before the crisis. This research is focused on the territory of Gipuzkoa (Basque Country) and is based on interviews and workshops with farmers and sector agents. It shows how they behaved, what strategies are still being applied, and proposes actions to encourage short marketing circuits. These channels have benefited from the emergence of COVID-19 as the sale of local products has grown significantly. But not everyone has reacted in a similar way. The main beneficial effect is the increased consumption of fruit and vegetables among the most aware consumers. This consumer is typically young and committed to organic and local products.

**Keywords:** agroecology; short marketing circuits; rural development; Basque Country.

<sup>1</sup> Departamento de Geografía de la Universidad del País Vasco. [juancruz.alberdi@ehu.es](mailto:juancruz.alberdi@ehu.es)

## 1. Introducción: Cuestiones previas y objeto de la investigación

Aparecida, inicialmente, en China a finales de 2019 y generalizada en Europa y el resto del mundo a partir de marzo de 2020, la COVID-19 se configuró como un hecho altamente disruptivo, no sólo por su alta letalidad sino por su capacidad de trastocar la totalidad de esferas de nuestra sociedad. De hecho, el Coronavirus se convirtió en un acontecimiento con potencial para generar consecuencias en diferentes dominios sociales (Casero-Ripollés, 2020), hasta el punto de concitar un amplio consenso alrededor de la idea que podría poner fin al mundo en el que se había vivido hasta ahora y provocar cambios sociales radicales, incrementando la incertidumbre y la fragilidad (Foster & Suwandi, 2020; Žižek, 2020).

Las alteraciones en la alimentación y el hábito de compra, acciones con claras implicaciones sociales, económicas, ecológicas y biológicas, pueden ser un buen indicador del grado de cambio al que los investigadores se refieren. De hecho, tras el primer momento de alarma generalizada por la irrupción del virus e incluso una vez finalizado el primer periodo de confinamiento, la cesta de la alimentación muestra un panorama en el que el consumo de producto fresco, fruta y verdura especialmente, y ofertado en la proximidad, ha salido claramente fortalecido.

También lo han hecho aquellas iniciativas que suscitaban un consumo sostenible, promovidas por agricultores o asociaciones que, desde el campo de la agroecología preferentemente, y apoyadas en canales cortos de comercialización (CCC), han visto crecer sensiblemente la demanda de los productos que ofrecían. El incremento de nuevos hábitos de consumo más sostenibles es y debe ser un indicativo de cambio o, al menos, de incertidumbre y crítica social. Al menos es eso lo que presumen algunos investigadores, que ven en la situación generada tras la pandemia una oportunidad de apuntalar el progreso de la economía local.

Es objeto de la investigación analizar el protagonismo que opciones centradas en modelos productivos más sostenibles y fundamentadas en circuitos cortos de comercialización están teniendo tras la irrupción de la COVID-19. Se elige un territorio como lugar donde observar las implicaciones que la pandemia está teniendo en la evolución de los CCC, un área en la que confluyan proximidad urbana y un modelo de explotación territorialmente insuficiente, dos características que a priori pueden potenciar el desarrollo de nuevas modalidades de comercialización en proximidad. El territorio escogido es la provincia de Gipuzkoa.

Como paso previo, se trata de responder a varios interrogantes relacionados con un posible cambio en los hábitos de consumo y en el que los CCC están jugando en esta pandemia, un encuadre con el que comparar los resultados obtenidos en el territorio en estudio. Se ha de reconocer, sin embargo, la dificultad que entraña obtener conclusiones de investigaciones realizadas durante el año 2020. Trabajos posteriores, que bien pudieran dar una visión cada vez más completa del progreso durante la pandemia, estarán probablemente en este momento en proceso de evaluación previa a la publicación.

### 1.1. Respondiendo interrogantes previos

#### 1.1.1. Primera cuestión: ¿ha cambiado el modelo de consumo?

Es difícil responder a esta pregunta con garantías científicas. Los estudios todavía son escasos y la actualidad de la situación no permite, a día de hoy, decantarse por una respuesta concreta. Lo que sí parece evidente es que al menos en la primera ola los cambios fueron incuestionables, según se desprende del estudio que diferentes departamentos de medicina, enfermería y nutrición de las universidades españolas y el Grupo Colaborativo de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria (SENC) realizaron sobre los cambios acaecidos en la alimentación durante el periodo de confinamiento (Pérez-Rodrigo et al., 2020).

En la citada investigación se llega a la conclusión de que se produce un aumento sustancial del consumo de pescados, verduras y hortaliza. Aunque reconocen que sus datos no pueden extrapolarse con rotundidad a toda la población española por tratarse de una muestra de conveniencia, coinciden con los sucesivos informes publicados por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) (2020a; 2020b), que muestra una mayor presencia de carnes, hortalizas, legumbres, arroz o lácteos en la cesta de la compra, así como una mayor demanda de pescados y productos de la pesca, incluso una vez avanzado el periodo de desescalada.

Además de la constatación cuantitativa, los investigadores aportan otra serie de datos y reflexiones, entre los que destaca la mayor concienciación del interés por las frutas, verduras, hortalizas, legumbres

y pescados, limitar la ingesta de productos de alto contenido en grasas, azúcares y sal y la evidencia que sostiene que planificar la alimentación familiar, pensando en qué comprar, dónde comprar, dedicando tiempo y atención a esta tarea, así como a preparar y consumir las ingestas diarias, son factores que contribuyen a una alimentación más saludable y confortable.

Las aportaciones sobre los hábitos de compra a finales del 2020 se centran en predisposiciones anteriores que parecen alcanzar cada vez una mayor incidencia. Si se atiende a estas tendencias, según el Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria (CNTA) (2020) son cinco las que se intuyen: la apuesta por dietas que tengan un impacto en la salud, las proteínas vegetales o las alternativas a productos de origen animal; un escenario de compra más racional y con un mayor criterio económico motivado por una más que previsible recesión económica; revolución del e-commerce y consumo consciente y exigente con la sostenibilidad y el entorno próximo. Datos más recientes muestran una consolidación de estas tendencias (Téllez, 2020), entre las que destaca el mayor consumo de productos locales, especialmente importante en el consumo de hortalizas y verduras.

Pero los nuevos hábitos de compra no sustituyen ni los productos ni los lugares de adquisición habituales, entre los que el gran consumo crece y, dentro de él, el supermercado próximo a la residencia del consumidor, (Téllez, 2020). Se intuía desde el inicio de la pandemia, pero se confirma casi a final de año, que los supermercados van a ser uno de los sectores más beneficiados por la situación sanitaria provocada por el COVID-19. En este entorno, la mitad de las cadenas de supermercados esperan vender más que en 2020 mientras que siete de cada diez fabricantes proyectan un año con crecimiento. (Moratalla, 2020).

La pequeña tienda y el mercado local, especialmente la oferta de producto fresco, parece haberse beneficiado también, recuperando algo del protagonismo perdido, y es previsible que su tendencia de crecimiento continúe, al menos mientras se mantenga la situación de pandemia actual (Espelt, 2020).

Es una realidad que la crisis sanitaria actual tiene unas raíces e incidencia muy diferentes pero no se debe olvidar el comportamiento del consumo en otras crisis sanitarias, normalmente de origen animal (fiebre porcina, vacas locas...). Ante una situación concreta y con gran acompañamiento de la voz alarmante de los medios, estalla el pánico y la cesta de la compra se altera significativamente. Sin embargo, rápidamente se restablece la confianza, aun cuando sea sobre una bolsa de incertidumbre. En la sociedad moderna hay una confianza muy fuerte en la gestión de sus instituciones (Callejo, 2009). A través de diferentes estrategias (políticas de precios, certificaciones sanitarias, sellos de calidad...) la imagen del producto en cuestión y su consumo se va recuperando progresivamente.

Todo apunta a que la situación de alarma generada, y el llamamiento de las instituciones a favor de la compra de productos frescos, de temporada y en la medida de lo posible, locales o de proximidad, han permitido recuperarse al pequeño comercio y mejorar la venta de producto fresco, pero son los grandes grupos comerciales los que abanderan la venta. Ello, junto a la actitud observada en otros momentos de crisis, siembra una duda razonable en la que el consumo de producto local y la exigencia del consumidor respecto a modelos de sostenibilidad del modo de producirlo, salvo excepciones, puedan ir quedando relegados al lugar que ocupaban antes de la crisis.

### *1.1.2. Segunda cuestión: ¿cómo se están comportando los CCC tras la pandemia?*

Responder a esta cuestión exige, en primer lugar, definir conceptos tales como sostenibilidad alimentaria y circuitos cortos de comercialización. No es pretensión de esta investigación profundizar en esta cuestión, abordada en otras investigaciones de manera ejemplar (Altieri & Nicholls, 2012; Cuéllar et al., 2013), incluso en aportaciones recientes y relativas a espacios geográficos similares al de esta investigación (Alberdi, 2018; Sánchez Hernández et al., 2019). Pero resumir algunas de sus aportaciones son necesarias en la medida en que ayudan a centrar la cuestión planteada.

La literatura de referencia para el análisis de la sostenibilidad agroalimentaria se centra en formas de organización definidas como redes agroalimentarias alternativas, en referencia a modelos diversificados de producción y consumo diseñados para relevar a los sistemas agroalimentarios industriales (Renting et al., 2003). Los estudios que han analizado estas redes se apoyan en tres enfoques diferentes y complementarios, y todos contribuyen a su comprensión (Di Masso, 2012):

1. Cortocircuito de la cadena de producción. Entendido como una lucha por la sostenibilidad económica se apoya en un origen desde la naturaleza (coproducción y coevolución con la naturaleza), en

la diferenciación productiva (multifuncionalidad) y en una intensificación basada en la calidad de la mano de obra (Van der Ploeg et al., 2000).

2. Teoría del actor-red. La incorporación de los resultados de la naturaleza son factor clave para la producción de pequeña escala y para la agricultura familiar, lo que se interpreta como una “cambio cultural” que ha generado nuevas prácticas de consumo y nuevos nichos de mercado entre los que la producción ecológica ocupa un lugar privilegiado (Goodman & Du Puis, 2002).
3. Concepto de arraigo. Se centra en el enraizamiento que se produce a nivel regional o local, pero sobre todo en la incorporación de un conjunto de principios (ética, calidad, transparencia, reciprocidad, y solidaridad) que forman la base de las relaciones de producción e intercambio. El resultado son Circuitos Cortos (CCC), que se distinguen por un alto grado de interacción personal, el respeto mutuo dentro del sistema alimentario, la trazabilidad de productos y precios, y la práctica de la auto-certificación (Maréchal, 2008).

La conjunción de los tres enfoques genera nuevos sistemas alimentarios en los que las innovaciones son producidas por agricultores y consumidores indistintamente. Este proceso sirve como un espacio para la creación de nuevas respuestas a las presiones ejercidas por la economía global (Van der Ploeg et al., 2000), una creación que toma la forma de relaciones directas entre productores y consumidores.

Las réplicas a la economía global se materializan en multitud de iniciativas diferentes, muchas centradas en aspectos productivos (agricultura familiar, ecológica, producción artesanal, producción local, integrada...), otras en acciones comerciales (identificación y promoción del producto local, circuitos cortos de comercialización, consumo de producción ecológica, sostenible...). También hay iniciativas mixtas, en las que se entremezclan producción y consumo, e incluso intervenciones ambientales, en las que los usos agrícolas adquieren un papel destacado (López García, 2011).

Es en la proximidad urbana donde mejor se refleja esta relación (Altieri & Nicholls, 2020). La producción urbana de alimentos se ha duplicado a nivel global en poco más de 15 años y esta tendencia de expansión continuará a medida que las personas reconozcan que en tiempos de crisis el acceso a los alimentos producidos localmente es estratégico para la nutrición y, posiblemente, para mejorar la capacidad de resistir diversas amenazas, incluidos los virus contagiosos como COVID-19 (Mendez et al., 2020). El movimiento social iniciado va más allá de un simple interés por alimentos saludables y trata de establecer relaciones de confianza (Renting et al., 2003), en respuesta a una desconfianza generalizada frente a la globalización agroalimentaria y los organismos de control ambiental y sanitario al respecto.

La construcción de relaciones de confianza requiere por parte de los productores de un importante esfuerzo en la difusión, sensibilización del consumo y construcción de redes con el consumo (López García, 2011). A pesar de que su alcance cuantitativo es reducido, al menos en España (Di Masso, 2012), buena parte de la importancia de estas iniciativas radica en que los circuitos cortos de comercialización suponen espacios de innovación social, esto es, una referencia de transformación para otros actores sociales, una expresión crítica de nuevas demandas que puede ser germen de un ciclo de movilización más amplio.

Dada la inmediatez de la crisis apenas se localizan referencias escritas a la situación que han atravesado durante la pandemia las iniciativas que impulsaban un consumo responsable y de proximidad. Las encontradas apuntan a que los circuitos cortos han experimentado un verdadero auge en este período de crisis y han sido reconocidos por los consumidores como forma de apoyar a los productores locales y comer más sano durante el confinamiento.

La iniciativa “¡La Colmena Que Dice Si!” con más de 100 Comunidades, 600 productores y 8000 consumidores, es una de las principales iniciativas españolas que surgen bajo las nuevas concepciones impulsadas desde la agroecología. También es una de las pocas referencias que han hecho públicas sus impresiones sobre la evolución que han tenido este tipo de iniciativas a lo largo de la época de confinamiento y desconfinamiento (Agronews Castilla y León, 2020). Se resume a continuación las principales aportaciones de sus enseñanzas sobre las tendencias de consumo observadas.

- Durante el confinamiento los grupos de consumo han continuado en funcionamiento, los productores han vendido 3 veces más, la cesta media ha aumentado un 77%, se han obtenido casi 3000 nuevos registros de consumidores y se han incorporado a la iniciativa un centenar de nuevo productores, un 20% más.

- Nuevos hábitos de consumo. La primera motivación de los consumidores ha sido apoyar a los productores y elaboradores locales, con un 78,3%. La elección de productos saludables es la segunda razón mencionada (51,3%), seguida de cerca por el sabor de los productos (41,4%).
- Las 4 principales categorías de productos que han ganado la mayor popularidad en las Colmenas han sido: las frutas y verduras (1), seguidas por la carne, (2) los huevos de granja (3) y finalmente los lácteos (4).

Todo indica que los circuitos cortos han demostrado su utilidad y han atraído a nuevos consumidores desde que empezó el confinamiento. Los resultados recogidos en la experiencia parecen confirmarse en diferentes medios y publicaciones de otras regiones (Lázaro, 2020; Friol, 2020; Benedek et al., 2020; Tittonell et al., 2021). La práctica de los productores ha sido fuerte en compromiso, en la toma de riesgos y, sobre todo han demostrado flexibilidad, adaptabilidad y determinación para satisfacer la creciente demanda.

Pero, ¿Qué ocurrirá una vez que esta situación de pandemia se relaje? ¿Volverá a acudir el consumidor a esta modalidad de consumo? En principio, y a pesar de ser pocas las apreciaciones publicadas, los agricultores, aunque dudan de que así sea, se están preparando para hacer frente a una posible continuidad de la demanda (Lázaro, 2020). La estructura organizativa local, que se formó con poca antelación en respuesta a las restricciones de cierre, puede contribuir así a nuevas oportunidades de ventas y al fortalecimiento de las cadenas de suministro locales cortas. La incógnita, aun así, sigue presente.

### 1.1.3. Tercera cuestión: ¿es extensible la situación observada al territorio en estudio?

La incidencia del coronavirus en el tejido alimentario vasco se recoge en un informe con varios anexos, realizados bajo la tutela del Gobierno Vasco en mayo de 2020. Es un documento centrado en el comportamiento del consumo con datos coincidentes con los ya presentados para el conjunto de España, es decir, incremento en el volumen de compra por parte de los hogares, aprovisionamiento en proximidad, sobre todo a supermercados que se encuentran en las cercanías de sus hogares y las tiendas tradicionales especializadas y alza de la compra on-line. Entre los nuevos hábitos adquiridos, destaca la preocupación por la salud y se adoptan hábitos alimentarios más sanos.

En el primer anexo se analiza el impacto del coronavirus en el sector agrario vasco. El estudio parte de la situación que atravesaba el sector en 2019, un escenario que califica de “no bueno” y que se caracteriza por la continuidad de los problemas estructurales que atraviesa el sector (precios estancados, falta de relevo generacional, pérdida de peso en el PIB...). La declaración de la pandemia viene a agravar la situación que atraviesan la mayoría de sus subsectores. El informe presupone importantes pérdidas en su facturación, próximas o superiores al 40% en casi todos los casos, de continuar la situación de pandemia, especialmente entre aquellos afectados por el cierre de la hostelería y restauración.

A pesar del carácter genérico del estudio, más centrado en datos macroeconómicos y en el gran productor, deja entrever que los pequeños horticultores y fruticultores escapan de esta situación. Se intuye que aquellos especializados en circuitos cortos de comercialización y en productos que han tenido una alta demanda sufren menos las consecuencias del cierre de los establecimientos hosteleros.

El informe, a su vez, anuncia toda una serie de medidas dirigidas a apoyar al agricultor (financiación, aplazamiento de pagos, bonificaciones...), todas de corte socioeconómico, excepto una línea dirigida a recoger y comercializar los productos agrarios que no hayan podido ser vendidos por el pequeño productor. Se garantiza al pequeño productor centrado en la comercialización en circuitos cortos la venta de su producto, incluso en momento de confinamiento. Entrevistados los responsables de la medida, confirman que su alcance ha sido nulo y que el pequeño productor apenas ha tenido dificultades para dar salida a su producto.

Durante el año transcurrido desde la irrupción de la COVID-19, en el caso de los agricultores adscritos a CCC, se intuye un gran movimiento de adecuación, al menos durante la primera ola, a la realidad que suponía el confinamiento de la población. La fundación Hazi (2020) se hace eco de un buen número de iniciativas, que se agrupan en tres tipologías diferentes:

- Portal online de productos ofertados en los mercados y ferias de agricultores locales, que ahora se propone llevar también a los domicilios particulares y que han sido promovidos preferentemente por usuarios, ayuntamientos y ciudadanos solidarios con el pequeño agricultor.

- Cooperativas de consumidores, que ofrecen a agricultores con dificultades sus instalaciones para dar salida a su cosecha y vender sus productos por medio de sus asociados. Estas cooperativas se especializan en producciones ecológicas aunque también dan cabida en algunos casos al modelo de producción tradicional. La venta se ha desarrollado en el mismo local.
- Venta online de productos realizada por asociaciones de productores y que es llevada al punto designado por el productor. Gestionadas en los días de confinamiento han supuesto un esfuerzo importante de auto-organización para realizar una oferta atractiva en la red.

Tras analizar el funcionamiento actual de los portales on-line que en tiempo de pandemia se activaron, la mayoría de estas iniciativas continúan con su actividad habitual pero, aunque no es fácil abstraer información actual de estas webs, se intuye que la mayoría ha tendido a eliminar los servicios de reparto domiciliario que se habían ofertado durante el confinamiento. En algún caso, en el que la iniciativa se sustentaba exclusivamente en la oferta online y el reparto a domicilio, la actividad parece haber desaparecido. Tampoco se encuentran referencias en los portales de cada una de estas iniciativas a la realidad que presentan actualmente. La duda sobre el devenir que atraviesan estas iniciativas es, al menos, razonable.

## ***1.2. Objeto de la investigación: analizar el comportamiento de los CCC durante la pandemia y promover acciones que impulsen su consolidación***

A pesar de carecer de investigaciones que lo confirmen, salvo prensa e informes públicos, se parte del supuesto de que en el País Vasco el confinamiento causado por la pandemia de la COVID-19 ha generado un auge y una atención hacia los CCC. Se tiene la impresión de que se ha asistido a un auténtico boom tanto de nuevas iniciativas como de circuitos cortos preexistentes, de la venta de productos locales, fruta y verdura preferentemente.

Al mismo tiempo, se intuye que tras varios meses transcurridos, algunas de las acciones iniciadas han desaparecido y se tiende a una recuperación de la normalidad en el desarrollo de los circuitos cortos tradicionales, tal y como ha ocurrido en otros períodos de crisis alimentaria. Pero al igual que en otros momentos, se observa que las iniciativas que perduran, junto a los clientes que repiten, contribuyen a afianzar un modelo cada vez más fundamentado en la relación y confianza mutua entre productor y consumidor.

Estudiar la situación que presentan las iniciativas dirigidas a comercializar mediante circuitos cortos es el objetivo de este trabajo, tanto de las creadas a partir del confinamiento como de la situación que atraviesan las ya consolidadas.

También lo es definir cuáles son las estrategias de comercialización que continúan tras el confinamiento, es decir, qué se ha generado y por qué se mantiene, y proponer actuaciones que permitan mejorar los canales de comercialización tradicionales e incluso impulsar nuevas actuaciones.

Indagar el objetivo genérico requiere responder a toda una serie de cuestiones, necesarias si se pretende guiar acciones de promoción de determinadas iniciativas productivas y comerciales:

1. ¿Qué tipología de agricultor está saliendo reforzado de la nueva situación provocada tras la pandemia?
2. ¿La situación de pandemia está generando el nacimiento de nuevos modelos de comercialización de productos agrarios locales?
3. ¿Qué papel juegan las nuevas tecnologías en la progresión de los CCC?
4. ¿Es la venta online una alternativa para el producto que se comercializa mediante canales cortos?
5. ¿El grado de desarrollo de las nuevas iniciativas puede indicar un paso hacia un modelo de desarrollo más próximo a concepciones ligadas a la soberanía alimentaria?

La situación que se observe en el territorio en estudio, previsiblemente, será trasladable a buena parte de la agricultura desarrollada en espacios periurbanos de las principales ciudades españolas. El comportamiento de la población en cuanto a alimentación ha sido similar en tiempo de pandemia y la situación previa de los CCC tampoco difería excesivamente (Méndez & Monteserín, 2017). El área en estudio, Gipuzkoa, presenta unas oportunidades para el desarrollo de redes de alimentación alternativas nada desdeñables. Constituye en su conjunto un área urbana de alrededor de 727.000 habitantes, desarrollada en torno a corredores urbanos que se extienden a lo largo de la mayoría de sus fondos de valle, en la que el medio rural está presente en el espacio que se extiende entre el valle y el monte.

El modelo de explotación se presenta como tipología territorialmente insuficiente para competir en un mercado cada vez más internacionalizado y dominado por la gran distribución de alimentos. Sus escasas oportunidades de éxito le han situado tradicionalmente ante la tesitura de abandonar la actividad o aprovechar las opciones que un mercado próximo le aportaba. Debido a ello, un buen número de agricultores cultiva ya desde décadas una relación directa con el consumidor, reflejada en mercados y ferias, pero también en la presencia habitual en el pequeño comercio de producto local y, estos últimos años, en el desarrollo de modalidades relacionadas con modelos productivos ecológicos y de venta en proximidad (Alberdi, 2018).

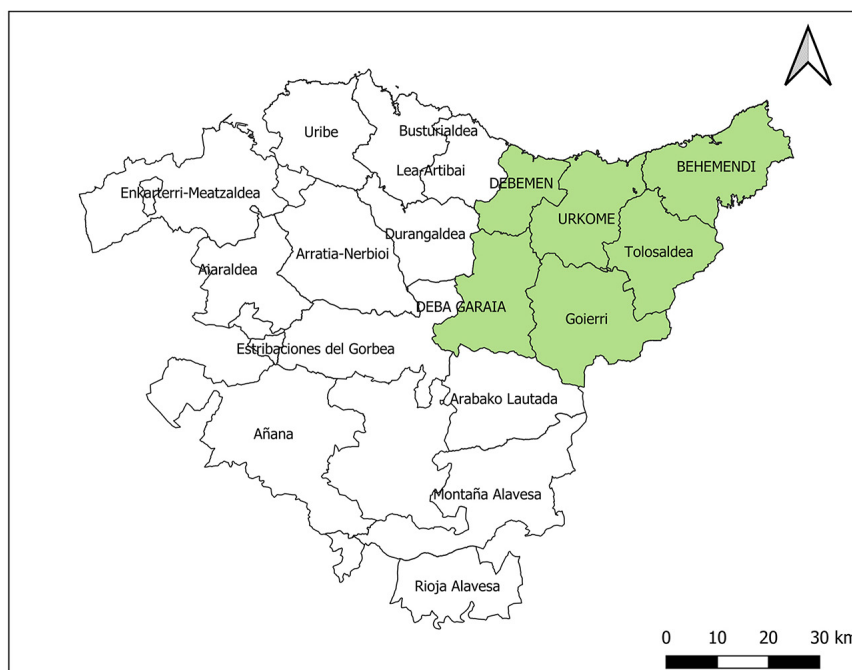
## 2. Metodología: la consulta al productor como referente de la investigación

La consecución de los objetivos plantea establecer diferentes metodologías de actuación, pero todas se apoyan en una base similar, la entrevista, como sistemática para obtener información. Se decide consultar a los agricultores, preguntarles sobre la situación que han vivido, sobre el momento que atraviesan un año después y las perspectivas de futuro que se les presenta. Pero también a otros agentes, entidades con capacidad de aportar una visión más general sobre la situación de los CCC y con posibilidad de actuar.

La consulta, siempre recurriendo a recoger información mediante entrevistas semi-estructuradas, y los grupos de discusión (individuales, grupos focales, técnicas de grupo, reuniones de trabajo...) son los métodos priorizados.

La investigación cuenta con la colaboración de las seis Asociaciones de Desarrollo Rural del Territorio de Gipuzkoa (ADR), agrupaciones comarcales integradas por ayuntamientos y asociaciones de agricultores que operan a nivel local (Figura 1).

Figura 1. Asociaciones de Desarrollo Rural del País Vasco. Año 2021



Fuente: Geoeuskadi. Elaboración propia

Las zonas rurales llevan organizándose desde mediados de los ochenta en estructuras comarcales en las que agentes locales proponen programas anuales de desarrollo rural, financiados por las diputaciones y ayuntamientos. Estas estructura organizativas sufren un salto cualitativo a finales de la década de los noventa, una vez que el Gobierno Vasco y las diputaciones deciden llevar adelante una política de desarrollo fundamentada en las posibilidades y responsabilidades que cada departamento tenía (sanidad, infraestructuras, educación, agricultura, industria...). Cambia el modo de hacer, su denominación (ADR), objetivo, pero la organización se sustenta en las estructuras comarcales anteriores que ahora ven reforzado su papel (Alberdi, 2016). Con tres décadas en funcionamiento estas entidades son perfectas conocedoras de

su territorio y de los agentes que operan en él. Trabajan a menudo en la promoción de iniciativas locales en las que los CCC ocupan un lugar prioritario.

La investigación ha de afrontar un hándicap importante, las limitaciones impuestas por la pandemia, que obliga a que la consulta telefónica sea habitual, especialmente a la hora de recabar información, y que algunas de las reuniones grupales se hayan de realizar acudiendo a herramientas telemáticas. Pero en la medida de lo posible se ha optado por la impulsar la relación presencial, mucha más rica a la hora de recoger los matices que pueda transmitir el entrevistado (Artano Garmendia, 2020), que es utilizada en algunas consultas individuales y en las dinámicas focales preferentemente.

El primer objetivo, analizar la situación que están atravesando los CCC de Gipuzkoa, se aborda recurriendo a la realización de consultas, preferentemente telefónicas, a una muestra lo suficiente amplia en cuanto a diversidad de tipología de productores y de canales de comercialización para que sea representativa de la situación que atraviesa el territorio (Tabla 1).

- Se requiere a cada ADR la elaboración de una primera clasificación de los CCC que operan en su comarca, solicitándoles que, respetando la diversidad de iniciativas y productos, aporten un listado de agricultores a los que entrevistar.
- Se recopila información mediante entrevistas individuales, en la que se recoge un análisis de la situación que presentan las diferentes iniciativas centradas en CCC, desde el periodo pre-confinamiento hasta la actualidad. Se recaba información sobre la actuación, resaltando aquellas acciones novedosas, sobre los productores y productos que se ofrecen, sobre la organización de la iniciativa... y, sobre la evolución de la iniciativa durante el año de pandemia. En términos generales, se les solicita dejar a un lado el periodo del confinamiento para centrarse en el post confinamiento puesto que se considera que es a partir de una mayor normalización del consumo cuando se puede observar si se detectan cambios significativos en este último.
- Se formaliza una última tanda de consultas con los gerentes de las ADR, una vez finalizadas las entrevistas, con el objeto de comentar los resultados obtenidos y completarlos con la visión que ellos tienen, más genérica, y que abarca también a la situación que atraviesan determinados canales de comercialización (mercados de abasto, cooperativas de consumo...).

Tabla 1. Una metodología diferenciada según objetivos y fases

<p><b>1º Fase (objetivo):</b> Análisis de la situación que atraviesan los CCC durante la pandemia  <b>Instrumento priorizado:</b> entrevistas telefónicas  <b>Población:</b> responsables de ADR (6) y agricultores (42)  <b>Pasos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Contacto con gerentes de las ADR de Gipuzkoa</li> <li>2. Entrevista telefónica a los agricultores seleccionados</li> <li>3. Contraste de resultados con ADR</li> </ol> <p><b>Fecha:</b> diciembre de 2020 y enero y febrero de 2021</p> <p><b>2º Fase (objetivo):</b> priorización de líneas de actuación  <b>Instrumento:</b> entrevistas focales presenciales y dinámicas de consenso telemáticas  <b>Población:</b> representantes sectoriales (6) y ADR (6)  <b>Pasos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Presentación del diagnóstico y recolección de primeras propuestas</li> <li>2. Priorización de propuestas mediante entrevistas focales (3) a agentes sectoriales</li> <li>3. Líneas de actuación por consenso a través de reuniones grupales (3) con las 6 ADR</li> </ol> <p><b>Fecha:</b> marzo, abril y mayo de 2021</p>
--

Elaboración propia

Tras finalizar la recogida de la información y formulada una primera visión de la situación de los CCC en este periodo se procede a discutir las líneas de actuación a priorizar para que el aumento del consumo de productos locales perdure. Se consulta tanto a responsables de asociaciones agrarias que promueven los CCC como a los gerentes de las ADR. Se establecen diferentes fases (Tabla 1).



En la primera, a través de un primer contacto telefónico, se les solicita una reflexión individual sobre posibles alternativas o proyectos a impulsar para la promoción de CCC. Con ello se introduce a los futuros participantes en la dinámica que se abordará y se recoge la primera lluvia de ideas sobre la que posteriormente trabajar (Askasibar & Flores, 2013).

Tras ello se procede a realizar una reflexión comunitaria sobre las diferentes ideas citadas y a determinar cuáles han de ser los canales a priorizar en una posible promoción de los CCC. La pretensión inicial era la de organizar dinámicas grupales e incluso recurrir a técnicas de valoración por pares (Valencia-Sandoval et al., 2010) pero la propia evolución de la investigación lleva a desistir de la utilización de técnicas de priorización.

Las entrevistas individuales a responsables sectoriales dejan en evidencia la prevalencia de diferentes filosofías sobre cómo entender la agricultura y, junto a ello, cómo despachar la cosecha. Es por ello que, en vez de proceder a organizar reuniones grupales amplias, se opta por preparar pequeños grupos focales, organizando encuentros entre el moderador y dos representantes, elegidos en función de su especialidad productiva (horticultura, horticultura y fruticultura, y elaboración de queso) y su modelo productivo (convencional-ecológico). La técnica es particularmente útil para explorar los conocimientos y experiencias de las personas en un ambiente de interacción, que permite examinar lo que la persona piensa, cómo piensa y por qué piensa de esa manera (Hamui-Sutton & Varela-Ruiz, 2013).

Otro tanto ocurre con la dinámica inicialmente prevista con las ADR. Dado el peso explícito que las diferentes instituciones tienen en cada comarca, se considera recomendable aplicar una metodología que más que contrastar y confrontar busque el mayor consenso posible (Sánchez-Ledesma et al., 2018). Se resumen a continuación los pasos efectuados en esta segunda fase con las ADR:

Realización de una pequeña presentación a las 6 ADR de los resultados obtenidos en las entrevistas individuales y las dinámicas focales. Designación de una ADR responsable del desarrollo de la investigación.

- 1º reunión grupal. Propuesta de criterios que van a presidir las acciones concretas a apoyar, tarea que es realizada con la ADR designada para avanzar en el proyecto, y presentación al resto de ADR en una reunión grupal. Solicitud a los diferentes entes de desarrollo rural y entidades locales para que presenten propuestas de actuaciones en materia de soberanía alimentaria local.
- 2ª reunión grupal. Aplicación de los criterios discutidos a acciones concretas a materializar e incluso propuesta de agentes a los que dirigirlos. Recogida de nuevas aportaciones.
- 3ª reunión grupal. Aprobación definitiva de los proyectos que van a ser impulsados desde cada una de estas entidades y designación de acciones de dinamización a acometer por cada una de ellas.

El orden de la investigación viene precedido del objetivo a alcanzar. Las entrevistas individuales aportan la situación que atraviesan los diferentes canales, los grupos focales centran las posibles actuaciones en cada uno de los subsectores y las reuniones de trabajo con las ADR, en último lugar, deciden qué promocionar.

### **3. Resultados: los CCC, una oportunidad más allá de la pandemia**

En este apartado se resumen los resultados obtenidos a través de las entrevistas a agricultores preferentemente. En un segundo momento se procura responder a algunos de los interrogantes que al exponer los objetivos de la investigación han sido señalados.

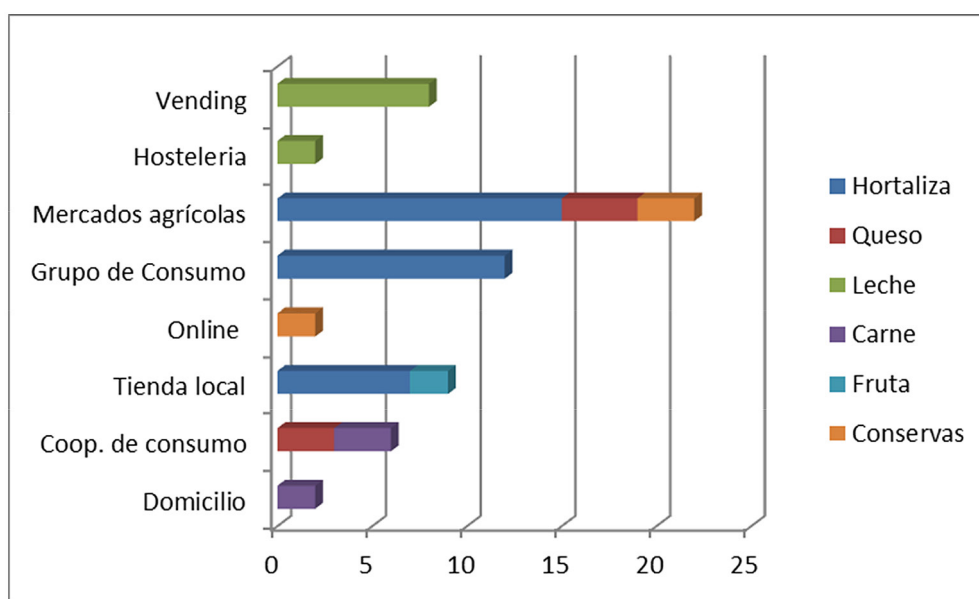
#### **3.1. Las entrevistas a agricultores confirman el buen año para los CCC**

Los productores consultados son elegidos por cada uno de los responsables de desarrollo rural en función de una relación de confianza, forjada durante años de participación en proyectos comunes. Se les informa sobre la pretensión de la consulta, es decir, sobre la necesidad de realizar una primera valoración de cada uno de los circuitos preferentes durante el primer año de pandemia, especialmente de las tendencias que van perdurando tras el periodo de confinamiento y alarma inicial. La consulta es realizada telefónicamente, aunque han sido varias las entrevistas realizadas de manera presencial, todas durante los dos primeros meses del año 2021.

En total se recaba la información aportada por 42 productores, 24 con una orientación técnico-económica (OTE) hortícola, otros 15 presentan una orientación ganadera y 3 más una orientación frutícola. Debido a que es habitual que un productor pueda despachar en más de un CCC se analiza un máximo de

dos por cada productor. Se realizan valoraciones de 63 canales cortos, de los que 22 se corresponden con mercados y ferias locales, 12 con grupos de consumo, 9 con despacho en tiendas locales, 8 en máquinas de vending, 6 en cooperativas de consumo, 2 en hostelería y 4 a través de domicilios, bien con sistema de venta online o bien sobre llamada. Las orientaciones ganaderas prefieren canales cortos con sistemas de mantenimiento en frío como las máquinas de vending, la hostelería o las cooperativas de consumo, mientras los horticultores y fruticultores apuestan por el comercio local y la venta directa bien en el mercado bien mediante grupos de consumo (Figura 2).

Figura 2. Venta en circuitos cortos según OTE en 2021 (nº productores)



Elaboración propia

La variabilidad de las respuestas es evidente, en función de la situación que atraviesa cada uno de los canales analizados, dependiente en muchos casos de un contexto previo de crisis estructural (pequeño comercio y mercados locales) y de una clientela diferente según la ubicación y tipología de la iniciativa (mercados locales). Se refleja en las Figuras 3 y 4 la evolución que presentan cada una según OTE y canal utilizado, en función de las respuestas que aportan los entrevistados.

Los resultados son orientativos, normalmente apreciaciones obtenidas a través de la entrevista, y dejan entrever las siguientes tendencias:

1. Los mercados locales de productores, tras las primeras semanas del confinamiento, han tenido un comportamiento positivo, mejorando los beneficios del año anterior. Los resultados son especialmente significativos en el consumo de hortalizas, producto mayoritario en este tipo de eventos. Este incremento se evidencia tanto en los mercados diarios como en los semanales. Dentro de esta dinámica general las excepciones las marcan aquellas iniciativas que dependían de un cliente diferente (turismo) o de la venta en la restauración de las inmediaciones. El consumidor individual y local ha respondido pero el cierre de la hostelería y la baja afluencia de turistas condicionan algunas iniciativas.

2. Los grupos de consumo atravesaban en Gipuzkoa una época de incertidumbre. Tras un periodo inicial de auge, las nuevas iniciativas se habían estancado e incluso algunos grupos se habían disuelto. La fidelidad de un consumidor concienciado es difícil de ser mantenida a largo plazo y eran evidentes las dificultades que algunos grupos empezaban a sufrir (Alberdi, 2018). El año de pandemia ha supuesto un impulso de este modelo de comercialización. En todos los ejemplos los grupos se han reforzado e incluso en algunos casos se han creado nuevas iniciativas. Es más, tras finalizar el año la tendencia sigue siendo positiva y los grupos continúan creciendo, siendo habitual que un productor supere el centenar de cestas de verdura entregadas semanalmente.

3. El pequeño comercio de barrio, destinatario habitual de buena parte de la producción local de hortalizas, llevaba décadas en claro proceso de regresión, incapaz de hacer frente a la irrupción de nuevos

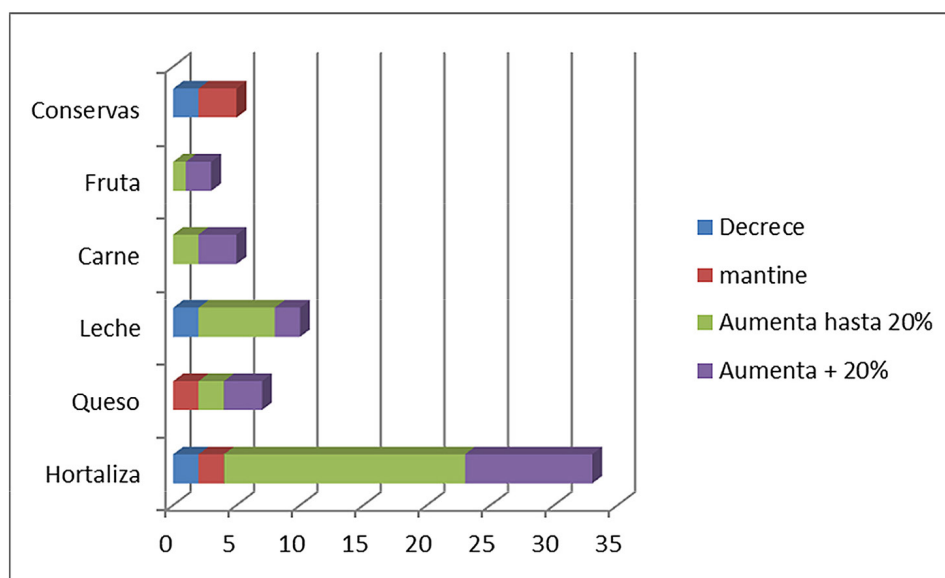
modelos de venta como los hiper y supermercados (Álvarez del Valle, 2017). Los productores que venden en estos establecimientos confirman un incremento de la demanda de su producto aunque las apreciaciones son numerosas. En términos generales ha aumentado la venta y el precio del producto pero también confirman que la tendencia ha sido revertida, tan sólo, parcialmente. Parece darse un diferenciación en función del dinamismo del área en la que se ubican, habiendo salido sensiblemente fortalecidos aquellos comercios situados en áreas poblacionalmente más dinámicas mientras el pequeño local en barrios con menor crecimiento ha vuelto a una situación anterior a la pandemia.

4. Las iniciativas de venta online que surgen para hacer llegar al domicilio productos que eran vendidos mediante circuitos cortos, preferentemente mercados, han tenido un recorrido escaso. En la mayoría de los casos se ofrecía un listado de productores con los que el consumidor contactaba y recibía el pedido en su domicilio. Estas iniciativas apenas han obtenido acogida y una vez finalizado el periodo de confinamiento han dejado de funcionar. La única acción de venta online que surge de la auto-organización de productores es desarrollada por el Consejo Regulador de la Producción Ecológica del País Vasco y se centra en el reparto domiciliario en San Sebastián. La iniciativa tiene un inicio esperanzador pero una vez que el confinamiento llega a su fin, a pesar de que se decide mantener la acción, la propuesta languidece.

5. Iniciativas más locales y gestionadas por pequeños productores, en cambio, sí parecen beneficiarse de las opciones de las nuevas tecnologías, siempre propuestas individuales, similares a los grupos de consumo pero sin un asociado tan fiel, apoyados en opciones tecnológicas más suaves (WhatsApp, páginas web, correo electrónico), con pedidos semanales y con puntos de recogida no domiciliarios.

6. La cooperativa de consumo entrevistada, centrada en la oferta de producción ecológica y/o local, ha sufrido un aumento de asociados considerable y un incremento de la facturación del 56% respecto al año anterior, y son el aceite, los productos a granel (pastas, legumbres, arroz...) y el producto fresco y local, desde lácteos a hortalizas, los más demandados. Los productores que venden en estos establecimientos confirman los buenos resultados apuntados.

Figura 3. Evolución de la venta a lo largo del año 2020 según OTE (nº productores)

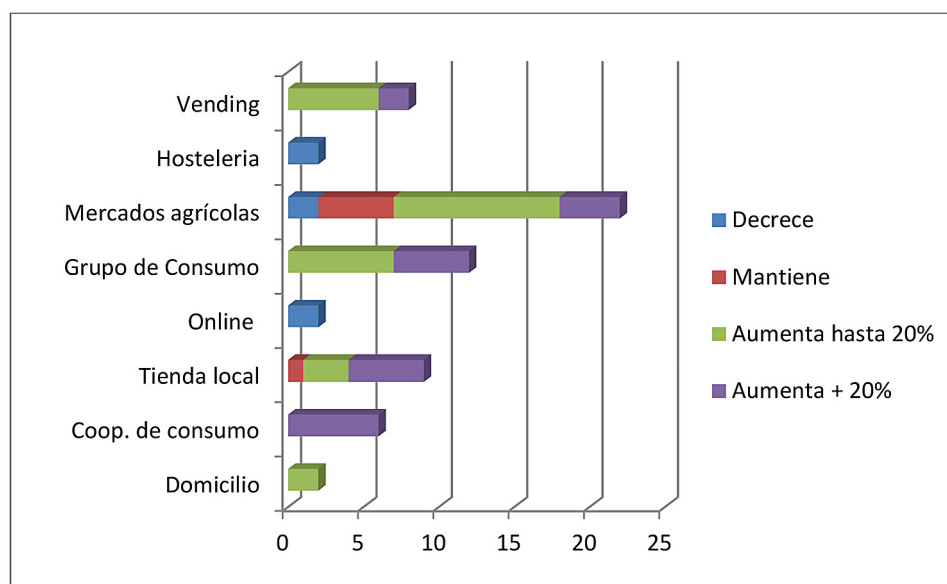


Elaboración propia

Las encuestas realizadas no dejan lugar a dudas, la demanda de producto local, especialmente de hortalizas, se ha incrementado considerablemente. Asimismo, todos los CCC se han visto favorecidos por el interés del consumidor por el producto fresco y local. Especialmente respaldado se ha visto el consumidor más comprometido o consumidor militante. Representado por los grupos de consumo, ha sido este canal el principal beneficiado, ganando en socios y en fidelidad, al igual que las cooperativas de consumo. Pero también lo han hecho los mercados de agricultores y las pequeñas tiendas locales, si bien, la situación de crisis estructural que atraviesan ambos canales no parece haber sido superada durante la pandemia.

Los datos son contrastados con los responsables de las ADR comarcales que realizan algunas breves anotaciones (mayor crisis de la presentada en los mercados locales, proliferación de venta directa organizada en pequeños grupos de WhatsApp, cooperativas de consumidores con intereses en la promoción de otros proyectos de consumo locales...) pero que comparten y completan las apreciaciones generales efectuadas.

Figura 4. Evolución de la venta a lo largo del año 2020 según CCC (nº productores)



Elaboración propia

### 3.2. Producto hortícola, ecológico y adquirido por un consumidor comprometido como tendencia de futuro

Los resultados de las encuestas permiten avanzar en la resolución de algunas de las cuestiones parciales que se planteaban al inicio de la investigación. La primera de ellas, la tipología de agricultor que está saliendo reforzado tras la pandemia, parece estar condicionada por dos factores, el tipo de producto priorizado por el consumidor y el canal de venta elegido. En términos generales todo el producto fresco tiene un incremento interesante de su demanda, aunque en mayor medida los de origen vegetal y/o ecológico.

En segundo lugar, la mayoría de los CCC sufren una demanda considerable pero son aquellos que agrupan a un consumidor militante (grupos de consumo y cooperativas) los que mayor requerimiento están teniendo. Dos aspectos, al menos, hacen pensar que esta tendencia va a tener continuidad en el tiempo:

1. A diferencia de otros momentos de crisis alimentaria, tras un año de pandemia, la tendencia no remite una vez pasados los primeros momentos de la misma y parece mantenerse o incrementarse a medida que la crisis sanitaria se prolonga.
2. Las iniciativas incorporan nuevos consumidores, más jóvenes, dispuestos a destinar más dinero a la alimentación, preocupados por la economía local y por el medio ambiente.

Otra de las cuestiones planteadas, la posible aparición de nuevos modelos de comercialización de productos agrarios locales, es una tendencia a confirmar. La pandemia ha generado un fortalecimiento de los canales de comercialización que ya existían. Los canales tradicionales, el comercio local y los mercados y ferias agrarias se han visto reforzados, si bien las excepciones son numerosas. También lo han hecho sistemas de vending como las máquinas de leche, pero el que realmente ha salido reforzado ha sido aquel canal relacionado con consumidores más comprometidos, como las cooperativas y los grupos de consumo. Han surgido nuevos proyectos, relacionados especialmente con iniciativas de cocina comprometida (producto local y ecológico) pero su incidencia y continuidad, aunque interesante, ha sido reducida.

El papel que juegan las nuevas tecnologías en la difusión de los canales de comercialización es complejo. Para los agricultores es una herramienta cotidiana, especialmente WhatsApp y correo electrónico,

principalmente entre los que venden a grupos, cooperativas y a domicilio, pero también entre los que venden a comercios tradicionales. Junto al teléfono, es el canal habitual para recibir pedidos y, en el caso de los grupos de consumo, también para publicitarlos.

Tabla 2. Pandemia y CCC: modelo ganador

Qué ha funcionado	Qué no ha funcionado
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El producto fresco</li> <li>• El horticultor y productor ecológico</li> <li>• Iniciativa apoyada en consumidor militante</li> <li>• El agricultor que despacha directamente</li> <li>• El que usa tecnologías suaves (WhatsApp)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El producto elaborado: queso, conserva...</li> <li>• El agricultor que se asocia para vender</li> <li>• La iniciativa dirigida a un consumidor no conocido</li> <li>• El despacho en el domicilio del cliente</li> <li>• La venta online</li> </ul>

Elaboración propia

La venta online, sin embargo, parece ser una realidad lejana. Algún productor utiliza páginas web para promocionar sus productos y recoger pedidos pero son ejemplos puntuales. Las iniciativas que se crearon al inicio de la pandemia, y que tenían una finalidad de continuidad, no han fructificado. La necesidad de atender la web y el reparto a domicilio encarecen en exceso esta vía y las iniciativas fracasan, algunas incluso antes de iniciarse, según señalan algunos de los entrevistados. La venta online y el reparto domiciliario aún tiene un largo camino por recorrer en la oferta y demanda de producto fresco y local. No acaba de desarrollarse y, aunque se apuntan cuestiones como el coste del servicio y la falta de preparación para hacer frente a las necesidades que requiere una infraestructura de este tipo, todo indica que la sociedad aún no está predispuesta a comprar un producto que gusta ver, oler y saborear (Méndez & Monteserín, 2017). La idiosincrasia del agricultor del territorio en estudio tampoco contribuye. Pequeñas producciones que tienen en la venta diferenciada su rédito principal tratan de ser despachadas directamente y procesos cooperativos generalmente no cristalizan.

La última de las cuestiones planteadas, el grado de desarrollo de las nuevas iniciativas como paso hacia un modelo próximo a la soberanía alimentaria, se encuentra en un estadio muy lejano. La cesta de la compra se nutre de la cadena productiva tradicional, es decir, de un modelo productivo agroindustrial y del gran grupo comercial que vende vía hiper y ahora, especialmente, vía supermercado. Y en un territorio en el que el tejido y la producción agraria es tan reducida, es difícil que sea de otro modo.

Pero la crisis sanitaria está contribuyendo a que cada vez sean más las iniciativas que cortocircuiten el sistema alimentario imperante y tiene unas consecuencias cada vez mayores en la estructura agraria de Gipuzkoa. Las producciones hortícolas son las que mayor número de incorporaciones de jóvenes agricultores presentan y casi la totalidad centran su actividad en el desarrollo de circuitos cortos, sea en el comercio tradicional, en los mercados o en grupos de consumo. Pero son las producciones ecológicas las que atraen a jóvenes de origen urbano, un agricultor que apuesta abiertamente por el desarrollo de un modelo productivo muy próximo al consumidor.

Gipuzkoa es un territorio propicio para el desarrollo de CCC y la pandemia no ha hecho sino reforzar un modelo productivo centrado en la elaboración y/o la venta directa. Pero su estructura productiva es reducida y, aunque se ve beneficiada de un consumidor cada vez más concienciado, carece de posibilidades para hacer frente a una demanda sensiblemente mayor que la actual.

#### 4. Discusión de los resultados: los CCC, herramienta indispensable para el desarrollo del sector agrario en Gipuzkoa

En esta investigación se apuesta por proceder a la discusión de los resultados dando voz a responsables de asociaciones agrarias y ADR preferentemente, personas conocedoras de la situación que atraviesan los CCC, con capacidad de crítica sobre la situación que observan y con conocimiento y preparación suficiente para proponer acciones de mejora. La metodología utilizada se describe en la fase II de la Tabla 1.

Se inicia la discusión con una ronda de entrevistas individuales en la que compartir los resultados obtenidos y plantear acciones de promoción de los CCC. La conclusión inicial de la docena de encuentros realizados se puede resumir de la siguiente manera.

- Los representantes de las asociaciones agrarias entrevistadas (fruticultura, horticultura, agricultura ecológica y ovino) avalan los resultados recogidos en las entrevistas, del mismo modo que ya lo hicieran anteriormente las ADR.
- Apuntan que para muchos de sus asociados ha sido un buen año, de record, en ventas y en precios, especialmente en fruta y hortalizas.
- Los responsables de las ADR muestran una gran preocupación por la situación del sector agrario, en claro retroceso, lo que dificulta la promoción de nuevos canales, hasta el punto de achacar a la situación de abandono agrario la falta de iniciativas a desarrollar. Una preocupación común, faltan agricultores.

Los apuntes señalados, la mayoría de escasa concreción, admiten, sin embargo, realizar un primer listado de posibles iniciativas de promoción de los CCC, fácilmente transformables en preguntas que permitan iniciar el debate en los talleres a efectuar: ¿Merece la pena impulsar los mercados locales? ¿Comedores escolares como clave para la concienciación del futuro consumidor? ¿Apoyar la creación de cooperativas de consumo ecológico aun siendo iniciativas privadas? ¿Dinamizar el fomento de grupos de consumo? ¿Formar a los agricultores en nuevas herramientas de información? ¿Promocionar el surgimiento de alguna iniciativa de distribución de producto local dirigida al pequeño comercio local? ¿Apoyar plataformas de venta online sustentadas en productores locales?...

#### **4.1. Las reuniones focales marcan las líneas de actuación**

Trabajar en grupo facilita la discusión y activa a los participantes a comentar y opinar aún en aquellos temas que se consideran tabú, lo que permite generar una gran riqueza de testimonios. Las entrevistas focales se efectúan de manera presencial y se realizan a lo largo del mes de abril del año 2021.

La primera de ellas se organiza con dos representantes de dos asociaciones que engloban a productores ecológicos. La relación entre los participantes es cordial y cotidiana y, a priori, rápidamente llegan a un diagnóstico sobre las premisas que tienen que cumplir los proyectos a impulsar, apoyadas en dos deducciones preferentes: promover el contacto directo entre el agricultor y el consumidor e impulsar la educación y el acercamiento al futuro consumidor.

Las iniciativas propuestas, apoyadas en las dos condiciones señaladas, se centran en el fomento y dinamización de ferias y mercados locales y en el apoyo a la creación y consolidación de grupos de consumo. Son los canales priorizados por sus asociados, responden a la filosofía que promueven estas asociaciones, y a menudo necesitan acciones que acerquen y fidelicen al consumidor.

Una nueva línea de actuación sugiere la organización de comedores escolares fundamentados en menús ecológicos y locales. Limitada por la propia normativa del Departamento de Educación del Gobierno Vasco, que cede la organización de los comedores escolares de los colegios públicos a un único catering, el territorio carece de iniciativas locales que doten con producto local y ecológico a los estudiantes. Estas actuaciones son cada vez más reclamadas por padres que ven en la organización de cocinas comprometidas una buena opción para mejorar la alimentación del niño, educarlo en nutrición y contribuir a la economía local con la compra de producto de la zona (La Garbancita Ecológica, 2020). La propuesta presentada estriba en la organización de diferentes proyectos con escuelas que cuentan con cocina propia y que sirvan de modelo para concienciar a padres, consumidores y a la propia administración.

En la segunda de las entrevistas focales toman parte un responsable de la asociación de horticultores y otro de la de fruticultores de Gipuzkoa. La tipología de asociados que representan, su modelo productivo e incluso los canales que utilizan para despachar la cosecha son sensiblemente diferentes al grupo anterior, aspecto que queda patente en los comentarios realizados en la discusión. Domina un productor que vende sobre todo al pequeño comercio, con asociados que también lo hacen a medianas y grandes cadenas comerciales, y generalmente centrado en una reducida gama de productos. Entre éstos también hay algunos que venden en mercados y ferias locales, aunque son los menos.

Reconocen que ha sido un buen año para ellos, un año de record para muchos, tanto en ventas como en precios obtenidos, pero muestran preocupación por el horizonte post pandemia, un escenario en el que los grandes grupos comerciales van a presionar cada vez más, lo que generará un descenso de los beneficios. Por ello, sus propuestas van orientadas a buscar canales de distribución dirigidas a un

consumidor que valore el plus que le aporta una oferta de producto local, fresco y de calidad y que esté dispuesto a abonar por él.

La propuesta que plantean es la de profundizar en una alianza entre fruticultores y horticultores para generar un producto que pueda ser ofertado online y que tenga como cliente potencial principal al pequeño comercio. Ello supondría realizar una inversión importante en gasto de personal (asesor de logística, gestor de página web, gestión de almacén...) puesto que algunos de los asociados ya cuentan con instalaciones adecuadas para gestionar el producto. El momento parece propicio, dado el resurgir del pequeño comercio tras la pandemia, y la oferta de producto es adecuada a la demanda y diferenciación que pretenden, pero la iniciativa se topa con el individualismo habitual de un sector que despacha su producto con relativa comodidad y que no es partidario de aventurarse en proyectos comunitarios.

En el tercer grupo focal, junto al moderador, toman parte dos representantes del sector ovino en el territorio. A diferencia de los anteriores grupos la situación que describen no ha sido tan positiva durante el año de pandemia. El pastor ha continuado despachándose directamente desde el caserío, en mercados y en pequeñas tiendas y en algunos casos el cierre perimetral de los municipios ha originado un retraso en la salida del producto, pero la mayoría lo ha solventado sin excesivos problemas. Algún gran productor, que despachaba buena parte de su producto a partir de las visitas que recibía en sus instalaciones, sí se ha visto dramáticamente afectado y ha recurrido a la gran distribución. La salida del cordero ha sido más complicada, motivada por la excesiva oferta que ha habido en el mercado de navidad y la consecuente reducción de precios.

Las estrategias planteadas por los entrevistados van dirigidas a proponer alternativas centradas en el desarrollo y promoción de los CCC, sin especificar ninguna acción en especial. El objetivo propuesto es el de volver a la situación anterior pero diversificando los canales cortos de venta que utiliza cada productor. Plantean promocionar mercados locales, apoyar las cooperativas de consumo de producto local y/ecológico, adecuar las explotaciones a visitas exteriores, impulsar la venta de queso y leche de oveja en las máquinas de vending, incrementar las relaciones con los proyectos de cocina comprometida... En definitiva, no depender de una única vía para despachar su género. Por otro lado, no muestran excesivo interés por la venta a la gran distribución. Algunos han acudido a ella durante el año de la pandemia y ha sido una buena opción para dar salida a parte de su producción. Pero el margen de beneficios se reduce considerablemente y el volumen de producto que manejan es muy reducido.

#### **4.2. Las ADR, a favor de promover nuevas acciones**

La dinámica realizada con las ADR es, sin duda alguna, la más compleja. Las entrevistas individuales efectuadas ya dejaban en evidencia la importancia que tenía para ellos iniciar acciones en materia de soberanía alimentaria pero al mismo tiempo también acreditaban la falta de ideas concretas a materializar.

El objetivo de esta fase era el de proponer y priorizar acciones de promoción de los CCC. Se opta por aplicar una metodología que buscara el mayor consenso posible, fundamentada en reuniones progresivas, tal y como se recoge en la Tabla 1. Se resume a continuación los resultados principales obtenidos en cada uno de los pasos aportados (Tabla 3):

- La presentación de los datos de las entrevistas en una reunión conjunta con las ADR no aporta resultados significativos pero contribuye a fijar un objetivo (realizar una propuesta concreta de actuación) y definir un modo de actuación, para lo que se consensua que sea una de ellas la que lidere los pasos de la propuesta.
- Tras reflexionar con la ADR responsable, se definen los criterios que van a definir las iniciativas a impulsar. Se propone que sean acciones novedosas, concretas y dirigidas al agricultor. Se priorizan labores de dinamización e inversión que permitan desarrollar aquellos campos que se han visto reforzados durante la pandemia.
- Se presentan los criterios en una segunda reunión conjunta y se acompañan de diferentes ejemplos de medidas a priorizar. Una vez aceptados los criterios se solicita a cada asociación que envíen propuestas más concretas de actividades a apoyar.
- En un encuentro final se recogen las medidas principales y se designan los responsables entre las ADR del diseño de cada uno de los campos priorizados con los diferentes agentes que operan en el sector y en la promoción de los circuitos cortos. Las áreas priorizadas son cinco: grupos de consumo,

comedores escolares, mercados y ferias, plataforma de venta digital, cooperativas de consumo y iniciativas localizadas y novedosas.

La puesta en escena de una proposición ya elaborada, con proyectos concretos y un modelo de funcionamiento diseñado, facilita el taller de discusión celebrado, en el que las propuestas son aceptadas y la discusión se centra más en la elaboración de un plan que facilite la ejecución de cada una de ellas. Las ADR asumen la responsabilidad de contactar con los diferentes agentes implicados, solicitar proyectos acordes con los principios establecidos y se distribuyen la responsabilidad de dinamizar cada una de las diferentes áreas aprobadas.

Tabla 3. Fases del proceso de discusión para la promoción de los CCC en Gipuzkoa

<b>ENTREVISTAS INDIVIDUALES</b>	<b>ENTREVISTAS FOCALES</b>
Adecuación de mercados locales	Promoción y dinamización de Ferias
Promoción de mercados locales	Creación y consolidación de grupos de consumo
Apoyo a cooperativas de consumidores	Menús ecológicos y comedores escolares
Comedores escolares	Oferta online comunitaria
Venta Online y pequeño comercio	Mercados locales
Promoción de grupos de consumo	Venta directa desde explotación y vending
<b>ADR: PRINCIPIOS</b>	<b>ADR: EJEMPLOS DE PROPUESTAS</b>
Dinamización de Proyectos	Nuevos grupos de consumo
Proyectos específicos e individualizados	Comedores escolares
Agricultor como beneficiario	Proyecto de venta online a domicilio comunitario
<b>ADR: ACCIONES A PRIORIZAR</b>	
<b>ACCIONES DE DINAMIZACIÓN</b>	<b>APOYO A INVERSIONES</b>
Creación de nuevos grupos de consum	Nuevos modelos de vending
Apoyo a proyectos de comedores escolares	Apoyo a un proyecto de cocina central
Iniciativa online de fruticultores y horticultores	Adecuación de un punto de distribución
Organización de nuevos modelos de ferias	Dotación de material necesario: carpas...
Formación de agricultores en nuevas tecnologías	Nuevos polígonos hortícolas o agroaldeas
Dinamización de iniciativas de venta local online	Adecuación de puntos de exposición
Creación de nuevas cooperativas de consumo	Acondicionamiento de locales de venta
Nuevos sistemas de reparto local	Apoyo inversiones locales en promoción de CCC
Dinamización de proyectos de cocina comprometida	Elaboración de comidas y cocinas locales
.....	

Elaboración propia

La metodología presentada permite consensuar criterios generales, promover acciones concretas, decidir cuáles impulsar y cuáles no, y cómo trabajarlas para que sean materializadas. Es un proceso largo pero suficientemente contrastado y, lo que es incluso más importante, consensuado.

#### **4.3. Los CCC en pandemia, una realidad extensible al territorio español**

Una discusión de los resultados obtenidos de una investigación ha de tener el objeto prioritario de contrastar su validez. En la investigación, realizada en plena pandemia, se cuenta con el hándicap de carecer de publicaciones científicas que permitan desarrollar un marco teórico con el que confrontar los resultados que se iban obteniendo. El hecho de que en la bibliografía de referencia se recurra a menudo a prensa escrita es una muestra del momento en el que se desarrolla la investigación. Ello debilita la posibilidad de



obtener enseñanzas generales, que se procura subsanar, aun siendo de manera parcial, mostrando cuales son los aspectos que coinciden con otras aportaciones, y cuales no pueden ser corroborados.

El primer aspecto a resaltar es que la evolución de los CCC en el territorio en estudio respondía, al menos antes de la pandemia, a una situación similar a la generalizada en el conjunto de España. Así parece desprenderse de los resultados de una investigación de los CCC centrada en San Sebastián y su comarca (Alberdi, 2018), en la que el autor llega a la conclusión de que el modelo que se está desarrollando en esta área, responde a los caracteres habituales que presenta en el territorio español, resaltado tres aspectos:

- Las vías comerciales del productor ecológico se apoyan en la ciudadanía más concienciada, en un consumidor militante y en grupos de consumo, coincidiendo tanto los canales comerciales como la situación de incertidumbre que presentan, con la observada en otras áreas del País Vasco y en el conjunto de España.
- La desagrarización progresiva de los espacios periurbanos, visible también en este territorio y que limita las actuaciones agroecológicas a acciones puntuales en el consumo general.
- El desinterés de buena parte de los agricultores convencionales por acometer una reconversión hacia sistemas agroecológicos, lo que lleva a que la política de captación de agricultores se centre en jóvenes de origen urbano.

La particularidad del modelo desarrollado en San Sebastián parece centrarse más en la política de dotación de suelo para el agricultor novel que en la reconversión de un agricultor tradicional hacia modelos agroecológicos, mientras la política de promoción del consumo de productos ecológicos y locales está aún por desarrollar y no presenta apenas peculiaridades respecto a la que se está desarrollando en el País Vasco y en España.

Respecto al periodo de pandemia, el segundo de los resultados a destacar, según las publicaciones que se han ido sucediendo durante su primer año, muestran un comportamiento extensible al territorio nacional. Ya se señaló que el informe realizado por el Gobierno Vasco en 2020 centrado en el proceder del consumo de alimentos mostraba unos datos coincidentes con los presentados para el conjunto de España, tanto en cuanto a los lugares de compra como en lo referente a los hábitos de compra adquiridos.

Otro tanto se puede señalar respecto al aumento de la demanda de las iniciativas relacionadas con la promoción del producto local. Las pocas referencias que se poseen confirman un incremento de los CCC e incluso del comercio local (Agronews Castilla & León, 2020; Altieri & Nicholls, 2020; Espelt, 2020; Lázaro, 2020). La situación que presentan los CCC durante la pandemia en Gipuzkoa lleva a sugerir que también en el desarrollo de acciones ligadas a la agroecología el escenario descrito es parte de una realidad compartida, al menos a nivel de España.

Un tercer resultado a desatacar estriba en la tipología de propuestas que se realizan tanto por las ADR como por los agentes sectoriales. No son novedosas, están recogidas en investigaciones anteriores centradas en el País Vasco (Ruiz Osoro, 2013) y en el territorio español (Di Masso, 2012; Méndez & Monteserín, 2017) e incluso ya se señalaban en las últimas investigaciones que analizaban estos circuitos (Sánchez Hernández et al., 2019).

No hay, por tanto, ningún resultado que indique que los resultados observados en Gipuzkoa no puedan ser trasladables a otras regiones de España. Lo que sí se producen son algunas referencias que no pueden ser comparadas por falta, al menos por el momento, de información.

Entre los aspectos que no han podido ser contrastados, según se recoge en los resultados obtenidos y en la reflexión realizada por los agentes, cabe resaltar el hecho de que algunos canales no hayan tenido la evolución esperada, especialmente la venta on-line y el reparto domiciliario que en las tendencias de alimentación se resaltaban como los canales que mayor desarrollo iban a presentar, incluso tras la pandemia (CNTA, 2020).

Mientras se producía una consolidación del consumidor comprometido, del modelo productivo que demanda (agricultura ecológica y/o local) y de los canales que prioriza (grupos de consumo, cooperativas de consumo...) la venta on-line y el reparto domiciliario han sido relegados a un segundo plano en cuanto a los CCC se refiere. Es previsible que esta realidad sea compartida en el conjunto del territorio español pero se carece de referencias para avalarlo.

De confirmarse esta última apreciación la venta on-line, apuntada como una de las vías a las que mayor futuro se le vislumbra en la comercialización de productos alimentarios, quedaría relegada a un

segundo lugar, al menos en cuanto a la distribución de producto local se refiere. Otro tanto se puede señalar del reparto domiciliario, que no parece cuajar, a pesar de las opciones y oportunidades presentadas durante la pandemia.

## 5. Conclusión: calidad, proximidad y CCC, opciones reforzadas tras la pandemia

El año de pandemia vivido tras la irrupción de la COVID-19 ha generado cambios en muchos hábitos de la sociedad mundial. Es previsible que, una vez superada la pandemia, muchos desaparezcan pero también lo es que algunos de los que han llegado lo hayan hecho para quedarse.

La cesta de alimentación muestra un panorama en el que el consumo de producto fresco y ofertado en la proximidad ha salido claramente reforzado, al igual que aquellas iniciativas que proclaman un consumo más sostenible, local y cercano al agricultor, acciones representadas en los CCC.

Todo indica también que los circuitos cortos han atraído a nuevos consumidores y sus estructuras productivas se están preparando para hacer frente a una posible continuidad de la demanda. Ello puede contribuir al fortalecimiento de las cadenas de suministro locales pero la incógnita, aun así, sigue presente. Una mirada a otros momentos de crisis alimentaria siembra una duda razonable puesto que el consumidor que exigía modelos de producción más sostenibles quedaba relegado al lugar que ocupaba antes de la crisis.

Qué hacer para que el crecimiento de los CCC no revierta tras la pandemia. Responder a esta cuestión es objeto de la investigación que se presenta. Requiere aproximarse a la situación que presentan estas iniciativas, observar qué estrategias han adoptado durante el año de pandemia, y, en función de sus enseñanzas, proponer actuaciones que permitan mejorar los canales de comercialización.

La consecución de los objetivos plantea establecer diferentes metodologías de actuación pero todas se apoyan en una base similar, la consulta a los actores, como medio para obtener información.

Los resultados obtenidos no dejan lugar a dudas. En términos generales todo el producto fresco sufre un incremento interesante de su demanda, pero entre todos preferentemente los de origen vegetal y ecológico.

Todos los CCC se han visto favorecidos por el interés del usuario por el producto fresco y local. Especialmente respaldado se ha visto el consumo militante. Representado por los grupos de consumo ha sido este canal el principal beneficiado, ganando en socios y en fidelidad, al igual que las cooperativas de consumo. Pero también lo han hecho los mercados de agricultores y las pequeñas tiendas locales, si bien, la situación de crisis estructural que atraviesan ambos canales no parece haber sido superada durante la pandemia. Dos aspectos, al menos, hacen pensar que esta tendencia militante va a tener continuidad en el tiempo: tras un año de pandemia, la demanda parece mantenerse o incrementarse; la incorporación de nuevos consumidores, más jóvenes, dispuestos a destinar más dinero a la alimentación, preocupados por la economía local y por el medio ambiente.

Otra de las cuestiones planteadas, la presencia de nuevos modelos de comercialización de productos agrarios locales, no parece haberse consolidado. La pandemia ha generado un reforzamiento de los canales de comercialización que ya existían. La venta online y el reparto domiciliario parece ser una realidad lejana. Las iniciativas que se crearon al inicio de la pandemia, y que tenían una finalidad de continuidad, no han fructificado. No acaban de desarrollarse, es un sistema caro y complicado para el pequeño productor, y la sociedad no parece preparada para comprar un producto que gusta ver, oler y saborear.

Las propuestas de actuación que permitan consolidar el crecimiento de los CCC difieren dependiendo de la orientación y del modelo productivo de la explotación. Los productores ecológicos, fieles a su filosofía, proponen iniciativas que potencien el contacto directo entre productor y consumidor como el fomento y dinamización de ferias y mercados locales y apoyo a la creación y consolidación de grupos de consumo, y aquellas que le acerquen al consumidor del futuro, especialmente los comedores escolares. Los productores más convencionales, en cambio, plantean acciones orientadas a buscar canales de distribución dirigidas a un consumidor que valore el plus que le aporta una oferta de producto local, fresco y de calidad, que esté dispuesto a abonar por él y que tenga como cliente potencial principal al pequeño comercio.

En general, los agricultores solicitan alternativas centradas en el desarrollo y promoción de los CCC, sin especificar ninguna acción en especial, lo que facilita un consenso generalizado por impulsar los CCC

como herramienta de promoción de la agricultura de Gipuzkoa. Son fundamentales para la continuidad de un modelo agrícola centrado en la pequeña producción y lo serán aún más en un futuro inmediato en el que, previsiblemente, la concentración de la capacidad productiva en un reducido número de explotaciones y de la comercial en menos de una decena de grupos arrincone aún más a las estructuras productivas que, como el caserío, son insuficientes. La valoración del producto de proximidad como producto de calidad es la única alternativa real con la que cuenta a día de hoy el productor que desarrolla su actividad en espacios periurbanos y/o con dificultades territoriales para competir en un mercado cada vez más internacionalizado.

## **Financiación**

Esta investigación es fruto de un proyecto de colaboración entre el Departamento de Geografía de la Universidad del País Vasco y las Asociaciones de Desarrollo Rural de Gipuzkoa, dirigido por el redactor de este trabajo, con el código OTRI 2006.003.

## Referencias

- Agronews Castilla y León (2020, May 17). COVID-19: El boom de los circuitos cortos ¿Y después del confinamiento, qué?. *Agronews Castilla y León*. <https://www.agronewscastillayleon.com/COVID-19-el-boom-de-los-circuitos-cortos-y-despues-del-confinamiento-que>
- Alberdi, J. C. (2016). Límites de la promoción rural en el País Vasco tras dos décadas de programas de desarrollo rural. *Investigaciones Geográficas*, (66), 59-78. <https://doi.org/10.14198/INGEO2016.66.04>
- Alberdi, J. C. (2018). Agricultura ecológica y de proximidad como herramienta para el desarrollo rural: el ejemplo de San Sebastián. *Ager: Revista de estudios sobre despoblación y desarrollo rural*, (24), 191-224. <https://doi.org/10.4422/ager.2017.09>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica. *Agroecología*, 7(2), 65-83. <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/182861>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. I. (2020). *La Agroecología en tiempos de la COVID-19*. University of California, Berkeley. Centro Latinoamericano de Investigaciones Agroecológicas CELIA, 1-6. <http://celia.agroeco.org/wp-content/uploads/2020/05/ultima-CELIA-Agroecologia-COVID19-19Mar20-1.pdf>
- Álvarez del Valle, L. (2017). Alimentación de proximidad. Territorializaciones posibles de una alianza entre los mercados municipales y el territorio agrario periurbano de Madrid. *Territorios en formación*, (12), 3-24. <https://dx.doi.org/10.20868/TF.2017.12.3645>
- Artano Garmendia, C. (2020). *Le rôle de l'espace dans la construction des savoirs naturalistes locaux: le cas des éleveurs de brebis des Pyrénées Occidentales (France-Espagne)* [Doctoral dissertation, Pau]. Theses. fr. <https://www.theses.fr/2020PAUU1077#>
- Askasibar, M., & Flores, A. (2013). *Valores paisajísticos del medio rural atlántico: presente y futuro. Conclusiones generales del proyecto*. Paisaia S.L. Astigarraga (Gipuzkoa). <https://www.debagaraia.eus/jarduera-eremuak/zerbitzuetaproiektuak/Txostenalandapaisaia.pdf.pdf>
- Benedek, Z., Balogh, P. G., Baráth, L., Fertő, I., Lajos, V., Orbán, É., Szabó G. G., & Nemes, G. (2020). The Kings of the Corona Crisis: The Impact of the outbreak of COVID-19 on Small-scale Producers in Hungary. *EuroChoices*, 19(3), 53-59. <https://doi.org/10.1111/1746-692X.12292>
- Callejo, M. J. (2009). La reorganización del sistema de confianza tras la crisis: el proceso en el campo de la alimentación. *Revista Española de Sociología*, (12), 39-65. <https://recyt.fecyt.es/index.php/res/article/view/65154>
- Casero-Ripollés, A. (2020). Impacto de la COVID-19 en el sistema de medios. Consecuencias comunicativas y democráticas del consumo de noticias durante el brote. *Profesional De La Información*, (29). <https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/79790>
- Centro Nacional de Tecnología y Seguridad Alimentaria. (2020). *Sostenibilidad, salud, conveniencia... y personalización como horizonte: así será el consumidor de 2020*. Panorama Alinnova. <https://www.cnta.es/panorama-alinnova-vanguardia-y-tendencias/sostenibilidad-salud-conveniencia-y-personalizacion-como-horizonte-asi-sera-el-consumidor-de-2020/>
- Cuéllar, M., Calle, A., & Gallar, D. (2013). *Procesos hacia la soberanía alimentaria. Perspectivas y prácticas desde la agroecología política*. Icaria. <https://core.ac.uk/download/pdf/51383182.pdf>
- Di Masso, M. (2012). *Redes alimentarias alternativas y soberanía alimentaria. Posibilidades para la transformación del sistema agroalimentario dominante* [Doctoral Thesis in Sociology, Universidad Autónoma de Barcelona]. [https://www.socioeco.org/bdf\\_fiche-document-3623\\_es](https://www.socioeco.org/bdf_fiche-document-3623_es)
- Espelt, R. (2020). *Estrategias para la transformación del modelo alimentario. Aprendizajes del impacto de la COVID-19*. Blog de los Estudios de Economía y Empresa. Universitat Oberta de Catalunya. <https://economia-empresa.blogs.uoc.edu/author/ricardespelt/>
- Foster, J. B., & Suwandi, I. (2020). COVID-19 and catastrophe capitalism: Commodity chains and ecological-epidemiological-economic crises. In *Routledge Handbook of Marxism and Post-Marxism* (pp. 545-559). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315149608-65>
- Friol, C. (2020, April 10). ¿Ha cambiado la valoración social de los ganaderos y agricultores con la crisis del coronavirus?. *Campo Galego*. <https://www.campogalego.es/ha-cambiado-la-valoracion-social-de-los-ganaderos-y-agricultores-con-la-crisis-del-coronavirus/>

- Gobierno Vasco. Viceconsejería de Agricultura, Pesca y Política Alimentaria. (2020, May 26). *Seguimiento de los Efectos de la COVID-19 en la Cadena de Valor de la Alimentación. Plan de choque contra la COVID-19 para la Cadena de Valor de la Alimentación. Medida 1.* [https://www.euskadi.eus/contenidos/noticia/encuesta\\_cadena\\_alimentaria/es\\_def/adjuntos/Informe-COVID-19-en-CAV\\_sm.pdf](https://www.euskadi.eus/contenidos/noticia/encuesta_cadena_alimentaria/es_def/adjuntos/Informe-COVID-19-en-CAV_sm.pdf)
- Goodman, D., & DuPuis, E. M. (2002). Knowing food and growing food: beyond the production–consumption debate in the sociology of agriculture. *Sociologia ruralis*, (42), 5-22. <https://doi.org/10.1111/1467-9523.00199>
- Hamui-Sutton, A., & Varela-Ruiz, M. (2013). La técnica de grupos focales. *Investigación en educación médica*, (5), 55-60. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72683-8](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72683-8)
- Hazi Fundazioa. (2020). *COVID.19, alimentos locales a domicilio.* <https://www.gureplateragureaukera.eus/es/COVID-19-alimentos-locales-a-domicilio/>
- La Garbancita Ecológica (2020). *Nuestro plato es nuestra elección.* Campaña para la autogestión de los comedores escolares en Euskadi. Comedores Escolares. <https://lagarbancitaecologica.org/educacion-alimentaria/nuestro-plato-es-nuestra-eleccion-campana-por-la-autogestion-de-los-comedores-escolares-en-euskadi/>
- Lázaro, G. (2020, May 22). *El coronavirus da alas a la agricultura de “kilómetro 0” y a la venta directa de frutas y hortalizas.* Cadena ser. [https://cadenaser.com/emisora/2020/05/22/radio\\_murcia/1590158154\\_417563.html](https://cadenaser.com/emisora/2020/05/22/radio_murcia/1590158154_417563.html)
- López García, D. (2011). Canales cortos de comercialización como elemento dinamizador de las agriculturas ecológicas urbana y periurbana. In *I Congreso Estatal de Agricultura Ecológica Urbana y Periurbana.* [https://www.researchgate.net/publication/271132594\\_Canales\\_cortos\\_de\\_comercializacion\\_como\\_elemento\\_dinamizador\\_de\\_las\\_agriculturas\\_ecologicas\\_urbana\\_y\\_periurbana](https://www.researchgate.net/publication/271132594_Canales_cortos_de_comercializacion_como_elemento_dinamizador_de_las_agriculturas_ecologicas_urbana_y_periurbana)
- Maréchal, G. (2008). *Les circuits courts alimentaires: bien manger dans les territoires.* Educagri éditions. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01522210>
- Mendez, D., Padilla, P., & Lanza, S. (2020). Recomendaciones alimentarias y nutricionales para la buena salud durante el COVID-19. *Innovare: Revista de ciencia y tecnología*, (9), 55-57. <https://doi.org/10.5377/innovare.v9i1.9663>
- Méndez, R., & Monteserín, O. (2017). Redes alimentarias alternativas en grandes ciudades: los mercados de productores agrarios en Madrid. *Cuadernos Geográficos*, (56), 193-216. <http://hdl.handle.net/10261/207876>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2020a, May 15). *Aumenta la presencia de carnes, hortalizas y lácteos en la cesta de la compra de los españoles durante el mes de marzo.* <https://www.mapa.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/aumenta-la-presencia-de-carnes-hortalizas-yl%C3%A1lcteos-en-la-cesta-de-la-compra-de-los-esp%C3%B1oles-durante-el-mes-de-marzo-tcm:30-538088>
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (2020b, May 19). *Los hogares incrementan sus compras de alimentos en supermercados y tiendas tradicionales.* <https://www.mapa.gob.es/es/prensa/ultimas-noticias/loshogares-incrementan-sus-compras-de-alimentos-en-supermercadosy-tiendas-tradicionales-tcm:30-538155>
- Moratalla, M. (2020). La mitad de los supermercados españoles disparará sus ventas más de un 10% en 2020. *Economía.* <https://okdiario.com/economia/supermercados-grandes-beneficiados-pandemia-mitad-mejorara-sus-ventas-mas-10-6552615>
- Pérez-Rodrigo, C., Gianzo Citores, M. G., Hervás Bárbara, G., Ruiz Litago, F. R., Casis Sáenz, L., Aranceta-Bartrina, J., & Grupo Colaborativo de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. (2020). Cambios en los hábitos alimentarios durante el periodo de confinamiento por la pandemia COVID-19 en España. *Rev Esp Nutr Comunitaria*, 26(2), 101-111. <https://doi.org/10.14642/RENC.2020.26.2.5213>
- Renting, H., Marsden, T. K., & Banks, J. (2003). Understanding alternative food networks: exploring the role of short food supply chains in rural development. *Environment and planning*, (35), 393-411. <https://doi.org/10.1068/a3510>
- Ruiz Osoro, P. R. (2013). Distribución agroalimentaria: Impactos de las grandes empresas de comercialización y construcción de circuitos cortos como redes alimentarias alternativas. *Cuadernos de trabajo Hegoa*, (61), 1-79. <https://ojs.ehu.eus/index.php/hegoa/article/view/10583>

- Sánchez Hernández, J. L., Ferrão, J., Espinosa Seguí, A., Gómez Gonçalves, A., González Romero, G., Torres Gutiérrez, F. J., Caravaca Barroso, I., Climent López, E., Lardiés Bosque, R., Méndez Gutiérrez del Valle, R., Monteserín Abella, O., Salom Carrasco, J., Pitarch Garrido, M. D., Sales Ten, A., Cornadó Camí, M., Guerra Velasco, J. C., Pascual Ruiz-Valdepeñas, H., Gil Álvarez, E., López González, A., ... & Hoffmann, J. (2019). *Espacios y prácticas económicas alternativas en las ciudades españolas*. Thomson-Reuters Aranzadi. <http://hdl.handle.net/10366/144026>
- Sánchez-Ledesma, E., Pérez, A., Vázquez, N., García-Subirats, I., Fernández, A., Novoa, A. M., & Daban, F. (2018). La priorización comunitaria en el programa Barcelona Salut als Barris. *Gaceta Sanitaria*, (32), 187-192. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.04.005>
- Téllez, J.C. (2020, December 23). La cesta de la compra en 2021: higiénica, saludable y patriótica. *Food Retail, el diario de la alimentación*. [https://www.foodretail.es/retailers/cesta-compra-2021-higienica-saludable-patriotica\\_0\\_1504349566.html](https://www.foodretail.es/retailers/cesta-compra-2021-higienica-saludable-patriotica_0_1504349566.html)
- Tittonell, P., Fernandez, M., El Mujtar, V. E., Preiss, P. V., Sarapura, S., Laborda, L., Mendonça, M.A., Alvarez, V.E., Fernandes, G.B., Petersen, P., & Cardoso, I. M. (2021). Emerging responses to the COVID-19 crisis from family farming and the agroecology movement in Latin America—A rediscovery of food, farmers and collective action. *Agricultural Systems*, (190), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103098>
- Valencia-Sandoval, C. Flanders D., & Kozak, R. (2010). Participatory landscape planning and sustainable community development: methodological observations from a case study in rural Mexico. *Landscape and Urban planning*, (94), 63-70. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.07.018>
- Van der Ploeg, J. D., Renting, H., Brunori, G., Knickel, K., Mannion, J., Marsden, T., De Roest, K., Sevilla-Guzmán, E., & Ventura, F. (2000). Rural development: from practices and policies towards theory. *Sociologia ruralis*, 40(4), 391-408. <https://doi.org/10.1111/1467-9523.00156>
- Žižek, S. (2020). *Pandemia: la COVID-19 estremece al mundo* (vol. 25). Anagrama. <https://doi.org/10.22234/recu.20200801.re082>

Cita bibliográfica: Feria Toribio, J. M. (2022). Patrimonio urbano y planeamiento urbanístico en Sevilla (1956-2000). Un análisis crítico. *Investigaciones Geográficas*, (78), 191-214. <https://doi.org/10.14198/INGEO.21268>

# Patrimonio urbano y planeamiento urbanístico en Sevilla (1956-2000). Un análisis crítico\*

*Urban heritage and city planning in Seville (1956-2000). A critical analysis*

José María Feria Toribio<sup>1</sup> 

## Resumen

Las tramas históricas, en sus vertientes morfológica y estructural, han ido asentándose a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, como un bien patrimonial de primer orden. Sin embargo, en el contexto español su debida tutela a través del planeamiento urbanístico no ha sido plenamente efectiva hasta entrado el presente siglo. Mediante el análisis orientado y crítico de discursos, normativas y prácticas urbanísticas, se pretende mostrar las características y consecuencias de su intervención sobre el patrimonio urbano durante ese periodo. Para dicha finalidad se ha elegido como caso de estudio el casco histórico de Sevilla, de dimensiones y complejidad interna apropiados para ser un ejemplo significativo y extrapolable a otras ciudades españolas. Los resultados evidencian que, a pesar de una evolución progresivamente respetuosa, la conjugación de intereses económicos con planteamientos ideológicos y disciplinares contribuyeron de manera directa a una relevante destrucción del patrimonio urbano de la ciudad.

**Palabras clave:** Planeamiento urbanístico; tramas históricas; patrimonio; Sevilla.

## Abstract

The historic city, in both structural and morphological dimensions, has been settle down as a main heritage resource throughout the second half of the 20th century. However, in Spain, its legal protection through city planning tools was not effective until the beginning of this century. By means of a critical and targeted analysis of planning discourses, norms and management, this article displays the characteristics and consequences of its implementation on urban heritage during that period. The study case is Seville, a city with a complex and large historic center, which is an excellent example for extrapolating to other Spanish cities. The results evince that, in spite of an evolution progressively more respectful with the historic city, a combination of economic interests with ideological and professional approaches contributed, in a direct way, to a relevant destruction of the urban heritage of Seville.

**Keywords:** City planning; urban form; heritage; Seville.

## 1. Introducción

Este trabajo aborda la interrelación entre las tramas urbanas históricas como bien patrimonial y su tratamiento en el planeamiento urbanístico, fundamentalmente en su vertiente de reforma interior. No es necesario insistir en el hecho de que las tramas urbanas históricas han ido reconociéndose desde hace un tiempo como un recurso patrimonial urbano de primer orden que hay que proteger y poner en valor, al representar como ningún otro, incluso por delante de elementos monumentales singulares, la materialización de la herencia de la ciudad como construcción colectiva de las sucesivas civilizaciones

\* Este artículo está dedicado a la memoria de Luz Marina García y Miguel Ángel Troitiño, queridos colegas de Geografía Urbana y compañeros en periplos americanos.

1 Departamento de Geografía, Historia y Filosofía, Universidad Pablo de Olavide, España. [jmfertor@upo.es](mailto:jmfertor@upo.es)

y generaciones que la han ido habitando. En consecuencia, conforme se ha ido avanzando en el conocimiento científico de las tramas urbanas como producto histórico civilizatorio, y por tanto como patrimonio, éstas se han ido incorporando de forma natural al acervo de los recursos a proteger y poner en valor (González-Varas, 2015). Aunque ha habido una larga reflexión sobre esta cuestión e intervenciones de planificación concretas, como la pionera, y en muchos aspectos ejemplar, del Plan del centro histórico de Bolonia de 1969 (Pol, 1978), no es hasta la década de los 70 del siglo XX cuando esta perspectiva se asume disciplinar e institucionalmente de manera fehaciente. Quizás la mejor expresión de ello son las sucesivas Cartas, Declaraciones, Conclusiones. etc. (Ámsterdam, 1975; Varsovia-Nairobi, 1975; Quito, 1977, Florencia, 1981; Washington/Toledo, 1986), en las que instituciones como el Consejo de Europa, la UNESCO, ICOMOS y colectivos profesionales definieron la naturaleza, contenido y alcance de la protección de las tramas históricas (Castillo, 1998). Entre tales hitos, merece la pena citar aquí los contenidos de la “Carta Internacional para la Conservación y Restauración de las Ciudades Históricas” de Toledo-Washington (1986), promovida por el ICOMOS, que establece de forma precisa los principios, objetivos, métodos e instrumentos para la intervención sobre el patrimonio histórico urbano. Dos cuestiones centrales conviene resaltar de sus contenidos: de un lado, que entre los valores a conservar se citan en primer lugar la forma urbana definida por la trama y el parcelario y las relaciones entre los espacios urbanos, edificios y espacios verdes y libres. Del otro, que la intervención debe ser realizada a través de un “plan de conservación” pluridisciplinar y participativo.

Para el contexto español, dentro de todos esos referentes probablemente las más importante sean, en un primer momento, las Conclusiones del Coloquio de Quito (1977), desarrollado al amparo de la PNUD-UNESCO, en las que se aportó una definición de centro histórico<sup>2</sup>, que después fue traspuesta casi literalmente en la Ley general de Patrimonio Histórico de 1986, y en las que se plantearon unos contenidos y principios de acción para una política de conservación integral, también social y funcional, de dichos centros históricos. De alguna manera puede decirse que en España no es hasta ese momento, mediados de los ochenta, cuando confluyen, a nivel tanto de principios teóricos como de materialización normativa, las dos facetas tratadas en este trabajo, el planeamiento urbanístico y la protección del patrimonio urbano.

Sí es por otro lado cierto que la convivencia entre ambas esferas, la de la protección del patrimonio urbano y la del planeamiento urbanístico, ha estado en España durante toda la segunda mitad del siglo veinte plagada de conflictos y desajustes, que en líneas generales han conducido a una pérdida significativa del patrimonio de nuestras ciudades. En ese sentido, el objetivo de este artículo es analizar, a través de un caso de estudio singular, las características y consecuencias de la intervención del planeamiento urbanístico sobre las tramas urbanas históricas en su condición de bien patrimonial. El caso de estudio elegido es el del casco histórico de Sevilla, el cual, por sus dimensiones y complejidad interna, puede constituir un excelente ejemplo para presentar y analizar la siempre difícil interrelación entre planeamiento urbanístico y patrimonio urbano. El periodo abordado abarca casi toda la segunda mitad del siglo XX, desde la aprobación de la ley del Suelo en 1956, momento en el que se instaura el marco contemporáneo del planeamiento urbanístico en España, hasta comienzos del siglo XXI, cuando se aprueba la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía (2002) y se establece explícitamente la figura del Plan Especial para la protección de las tramas urbanas históricas. Tan amplio periodo permite sobre todo un análisis orientado y crítico de los documentos de planeamiento, tanto de sus discursos como de las normativas establecidas, pero también de la forma en que fueron gestionados e implementados. Con ello, en definitiva, se pretende arrojar alguna luz acerca de las razones estructurales que condujeron a la significativa pérdida del patrimonio urbano, en este caso de la ciudad de Sevilla, pero que fácilmente podría ser extensible a cualquier otra gran o mediana ciudad española en la segunda mitad del siglo XX.

## 2. Metodología

### 2.1. Marco analítico

Este es un trabajo de geografía urbana que aborda las transformaciones de las tramas urbanas históricas como bien patrimonial desde la perspectiva del papel que en ello han jugado el sistema de planeamiento urbanístico. No se trata por tanto de un trabajo meramente descriptivo, centrado en el análisis de

<sup>2</sup> El Coloquio define como centros históricos “todos aquellos asentamientos humanos vivos, fuertemente condicionados por una estructura física provenientes del pasado, reconocibles como representación de la evolución de un pueblo”.



un caso de estudio ejemplar, sino que parte de un planteamiento deductivo en el que se busca establecer la relación entre tipos de prácticas urbanísticas sobre un patrimonio como es el de la ciudad histórica. En lo que se nos alcanza se trata éste de un tema escasamente abordado en la literatura académica en España, generalmente más interesada en la descripción de los cambios y transformaciones de ciudades y barrios históricos concretos que en analizar en profundidad el papel que en ello pudieran jugar las prácticas del planeamiento urbanístico<sup>3</sup> (Sambricio, 1996).

Para el planteamiento abordado es necesario contar con una base de referencia conceptual que defina y diferencie los distintos tipos de prácticas urbanísticas aplicadas y/o posibles a partir del cual ordenar el proceso analítico. Para empezar, debe señalarse que tradicionalmente, el término que en la disciplina urbanística se daba en España a la intervención planificada sobre la ciudad consolidada, independientemente de sus valores patrimoniales era el de “reforma interior”, para en su momento diferenciarla de lo que era y todavía sigue siendo el principal objeto del plan urbanístico: el “ensanche”, la extensión física de la ciudad (Terán, 1982). En otros idiomas, y desde una perspectiva menos disciplinar, el concepto de reforma interior puede ser asimilada a la “urban renewal” en inglés o a la “rénovation urbaine” en francés. Precisamente, Godard en su libro sobre la renovación urbana en París la definía como “una intervención planificada sobre zonas urbanas, ya consolidadas, que conduce a transformaciones en sus estructuras físicas, su composición social y/o sus usos funcionales” (Godard, 1973). Lo que es oportuno enfatizar en la definición son las dos dimensiones interrelacionadas que se abordan en este estudio: que se interviene sobre estructuras y formas urbanas ya existentes, en este caso de reconocido valor patrimonial, y que ello se hace a través de procesos de planificación. Sobre esta base de partida es preciso distinguir conceptualmente los diferentes modelos de intervención que pueden darse sobre tramas urbanas teniendo en cuenta los cambios en las dos dimensiones antes mencionadas. Como quizás sea comprensible, en la experiencia comparada no existe ni en el ámbito propiamente disciplinar ni en el puramente jurídico, un unívoco y generalmente aceptado conjunto de términos que definan con claridad cada uno de los modelos de intervención posibles sobre las tramas urbanas históricas. Ahora bien, en el contexto español y desde el ámbito urbanístico y arquitectónico, Moya González y Díez de Pablo (2012) han llevado a cabo un esfuerzo de definición terminológica de gran utilidad, al que se remite por si se quiere profundizar en la definición, contenidos y alcance de los conceptos aquí utilizados y otros asociados.

A los efectos de este estudio se distinguen tres tipos distintos de actividad planificadora dependiendo del nivel de la intervención sobre el espacio urbano en sus dos dimensiones básicas: las estructuras físicas (trama, edificación), de un lado, y los usos funcionales y la composición social, del otro. Así, en el contexto disciplinar español, se puede hablar de *remodelación* (redevelopment), *renovación* y *rehabilitación* urbana como distintas formas de intervención sobre el espacio urbano dependiendo de cómo se trabaje sobre cada una de esas dos dimensiones. Aunque no es fácil establecer una precisa distinción entre los tres tipos, sus características generales son fácilmente distinguibles. En la *remodelación urbana* el énfasis se sitúa en la intervención de desmontaje de las estructuras físicas (trama y edificación) como una precondition para la producción de un espacio urbano con nuevas características morfológicas, sociales y de uso. La operación Haussmann en París es el ejemplo paradigmático de este tipo de intervención (Benevolo, 1987), que es a la que se tenía como referente en España ya desde finales del siglo XIX con un marco normativo de gestión en los suelos urbanos históricamente consolidados: la denominada de forma genérica *reforma interior*<sup>4</sup>.

Por su parte, en la *renovación urbana* el foco está puesto en el cambio social o de usos urbanos, siendo las transformaciones en las estructuras físicas una variable dependiente que se modula en función de los requerimientos de dicho cambio social o de usos. Los procesos de gentrificación (García Herrera et al., 2007), turistificación (Troitiño Vinuesa, 2005) y/o la reconversión de antiguos espacios industriales en áreas residenciales, de equipamientos, comerciales, etc., son ejemplo de ello.

Finalmente, en la *rehabilitación urbana* el objetivo básico es llevar a cabo las transformaciones mínimas requeridas en ambas dimensiones para mantener las características del espacio urbano en cuestión. Por ello, este tipo de intervención es la que, más recientemente, se ha considerado desde la práctica urbanística y de protección patrimonial como la técnica más apropiada para actuar sobre las tramas históricas consideradas como un recurso patrimonial de primer orden (Moya González y Díez de Pablo, *op. cit.*).

---

3 Resulta ilustrativo que Fernando de Terán, en su gran obra sobre el planeamiento urbanístico en España (1982) y sin la cual no sería posible entender su evolución y alcance, no realice prácticamente referencia alguna sobre la cuestión, aunque dos décadas después, en la *Historia del Urbanismo en España* (1999) sí plantea ya algunos atinados análisis de las experiencias habidas en este tema (pp. 327-329).

4 La Ley de Reforma Interior de 1895 (denominada oficialmente como “Ley de saneamiento y mejora interior de las poblaciones”).

## 2.2. Método de trabajo y fuentes

El análisis acometido en este estudio pretende describir y evaluar las diferentes estrategias o modelos de intervención sobre los tejidos históricos, definidos anteriormente, a lo largo de un periodo suficientemente largo en el tiempo para que sea posible explicar razonadamente las características y consecuencias de la intervención urbanística sobre este patrimonio urbano. Se trata de una aproximación metodológica de base deductiva en la que la hipótesis de partida es que, en la segunda mitad del siglo veinte, la ausencia de un marco propio de planificación protectora desde la administración competente y su residencia en el planeamiento urbanístico favoreció una pérdida significativa del patrimonio urbano en España. La hipótesis se contrasta con un estudio de caso, singular en muchos aspectos, pero de indudable carácter representativo, como es el del casco histórico de la ciudad de Sevilla.

Como es sabido, el reconocimiento de las tramas urbanas históricas como valor patrimonial y la institucionalización de su protección y puesta en valor hubo de buscar su acomodo, al no contar con su propio corpus de planificación, en el planeamiento urbanístico como instrumento de intervención de referencia en el ámbito normativo y operativo (Parejo, 1979) y para ello se contaba con la anteriormente mencionada Ley de Reforma Interior de 1895. De esta manera, el periodo que aquí se aborda comienza cuando, con la Ley del Suelo (1956), España se dota de una ley urbanística integrada y completa que se acomoda a los cánones de la experiencia comparada europea, y que se materializa en figura de planeamiento urbanístico: los Planes Especiales de Reforma Interior o en su defecto los propios planes generales, convirtiéndose en el instrumento mediante el cual habrá de articularse la intervención sobre los cascos históricos. Con ello se consagró un modelo de intervención sobre los cascos urbanos basado en criterios funcionalistas propios del movimiento moderno en el que la protección del patrimonio urbano tenía un papel secundario, centrado en el mejor de los casos en los elementos monumentales singulares. Ello se debía también en parte a la todavía escasa evolución teórica y operativa de la protección patrimonial relativa a los cascos urbanos, y que desde el punto de vista administrativo estaba todavía centrada en la figura del conjunto histórico-artístico y, como se ha dicho, sin instrumentos normativos y de planificación propios (Parejo, *op.cit.*).

La llegada de una gestión democrática municipal y el progresivo reconocimiento del valor patrimonial de las tramas urbanas históricas supusieron un mayor nivel de respeto hacia su conservación e integridad, pero no fue hasta la aprobación de la mencionada Ley del Patrimonio Histórico de 1985, en la que se materializó el nuevo paradigma de patrimonio urbano, con sus valores y atributos, y la adopción del Plan de Protección como instrumento central de intervención, cuando pudo empezarse a configurar una relación más equilibrada entre la protección de las tramas urbanas y el plan urbanístico. Y de esta forma, los Planes Especiales de Reforma Interior pasaron a llamarse de Protección y Reforma Interior o simplemente de Protección en los ámbitos delimitados como conjuntos históricos. El periodo analizado concluye al aprobarse la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía (2002) y se instaura explícitamente la figura del Plan Especial para la protección de las tramas urbanas históricas<sup>5</sup>.

Dados los objetivos y metodología de este trabajo, orientado a analizar la relación entre planeamiento urbanístico y patrimonio urbano en un horizonte temporal amplio, la fuente principal del trabajo ha sido el conjunto de planes urbanísticos y otros instrumentos de intervención operativos durante el periodo. Del análisis crítico del contenido de dicho conjunto de planes, en el que se incluyen sus memorias informativas, los diagnósticos y discursos técnico-ideológicos, junto con el corpus normativo y programa de actuación como elementos operativos, y su contrastación con los resultados de la intervención, se podrán coleccionar algunas evidencias acerca de la compleja y a veces contradictoria relación entre ambas dimensiones.

Debemos señalar que en lo que se nos alcanza que no abunda en la literatura científica acerca de la cuestión en España aproximaciones de este tipo, desde la perspectiva del planeamiento, siendo lo habitual que se aborden estudios de casos concretos en los que el plan aparece como un elemento más de contexto de los cambios urbanos analizados. Algunos de ellos serán convenientemente citados al hilo de los análisis realizados. En todo caso, debe señalarse que la aproximación aquí abordada es deudora de

<sup>5</sup> En su artículo 14, apartado b) se indica que la finalidad de estos planes es la de “conservar, proteger y mejorar el medio urbano y, con carácter especial, el patrimonio portador o expresivo de valores urbanísticos, arquitectónicos, históricos y culturales”

los estudios sobre el planeamiento urbanístico, tanto por su orientación como por su amplio horizonte temporal, de Fernando de Terán (Terán, 1996).

En definitiva, los resultados y su discusión del análisis se articulan a través de los tres tipos definidos anteriormente de intervención urbanística sobre los cascos históricos de la ciudad (remodelación, renovación, rehabilitación), cada uno de ellos con su apartado correspondiente y con una organización cronológica que va desde los planteamientos iniciales, casi desconocedores de su valor patrimonial, hasta las finiseculares, más respetuosas con el concepto de bien patrimonial de las tramas históricas plenamente asentados (Tabla 1).

Tabla 1. Modelos de intervención y planes urbanos en el casco histórico de Sevilla 1956-2000

Modelos de intervención	Planes	Planeamiento general	Planeamiento especial	Otros instrumentos de Planificación
Remodelación		Plan General 1946	Plan Especial San Julián	Plan Parcial San Julián 1963
Renovación		PGOU 1963	Plan Especial reforma Interior del Casco Antiguo (PRICA) 1968 Modificado PRICA 1983	
Rehabilitación		PGOU 1987	Plan Especial de Protección del Conjunto Histórico de Sevilla (Avance)	Iniciativa Urban Alameda-San Luis 1995 Plan Especial de Rehabilitación de San Luis

Elaboración propia

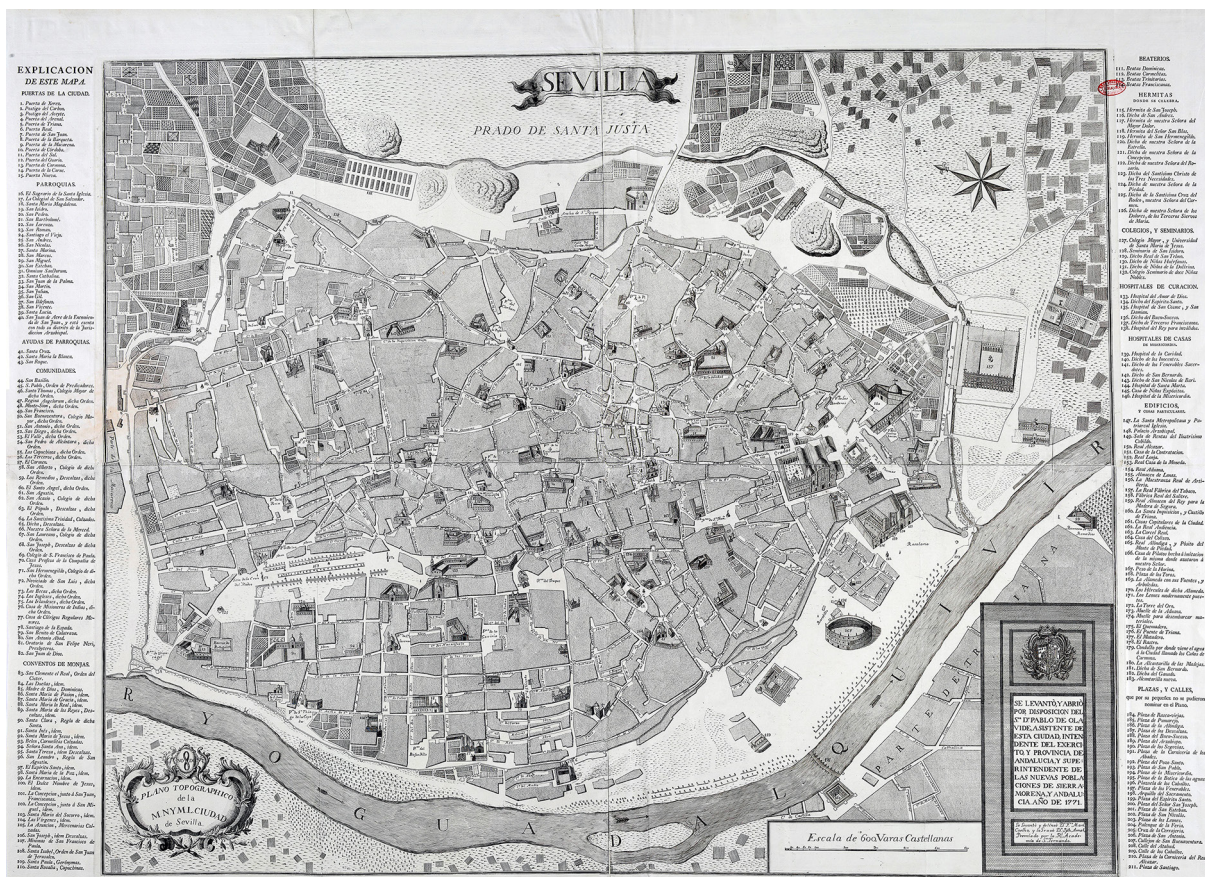
### 2.3. Caso de estudio. La trama urbana histórica de Sevilla

El ejemplo de Sevilla es especialmente significativo en cuanto a las tramas históricas, fundamentalmente por la combinación de su extensión y antigüedad. Hay que comenzar señalando que, aunque materialmente se trate de un núcleo habitado desde hace casi tres mil años, no es hasta la implantación romana, en el siglo II a.c. cuando comienza a adquirir las condiciones de un núcleo urbano (*Hispalis*). Sin embargo, por razones de diferente naturaleza, son prácticamente inexistentes los restos emergentes de los más de seis siglos de presencia romana en la ciudad, por lo que hay que remontarse a la Alta Edad Media, ya con la ciudad musulmana, cuando se empieza a constituir la morfología urbana histórica de la ciudad.

El hecho que va a determinar la singularidad y excepcionalidad de la trama urbana de Sevilla es la construcción a lo largo del siglo XII del gran recinto murado que después va a albergar a lo largo de casi ocho siglos la inmensa mayoría de la vida y estructuras urbanas de la ciudad. La nueva muralla poseía una longitud de unos 7 kilómetros y delimitaba una extensión de 275 has., incluido el Alcázar. Esto hace que el recinto de la Isbiliya musulmana fuera difícilmente parangonable con la mayor parte de las ciudades europeas del momento. Por ejemplo, dos de las más importantes ciudades de dicha centuria, París y Bolonia, abarcaban 225 y 120 ha, respectivamente. En ese momento, siglo XII, las otras mayores ciudades peninsulares acogían una superficie intramuros de poco más de un centenar de hectáreas. Es el caso de Lisboa, Toledo o Córdoba (Pavón, 1992).

Sobre este amplio solar, y aunque es cierto, como se ha mencionado anteriormente, que difícilmente pueden vislumbrarse huellas de la trama urbana romana, desde el siglo IX y durante todo el resto de la Edad Media se va completando la urbanización de todo el recinto murado y con ello la configuración de tramas urbanas diferenciadas que en gran parte han permanecido hasta hoy con sus rasgos estructurales básicos, pero también con importantes cambios en la alineación y el parcelario. La imagen que ofrece el primer plano geométrico de la ciudad, el denominado Plano de Olavide, levantado en la penúltima década del siglo XVIII, refleja de manera fidedigna la extensión, complejidad y diversidad de la trama histórica de la ciudad. (Figura 1).

Figura 1. Plano topográfico de la ciudad de Sevilla (mandado levantar por el Asistente Pablo de Olavide, 1771)



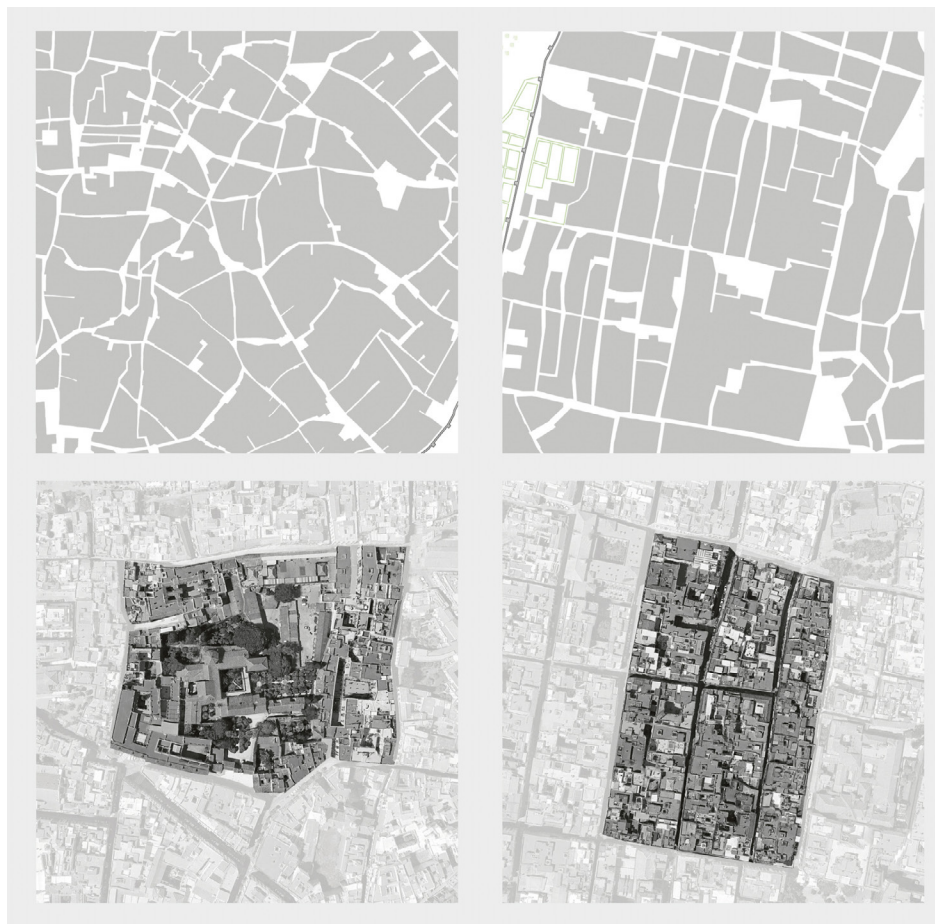
Fuente: reproducción fotográfica del original conservado en la Real Academia de Historia

Lo relevante a efectos de este estudio es que en el interior del casco histórico de Sevilla pueden distinguirse una gran variedad de tramas que responden a momentos y procesos específicos de configuración del espacio urbano. Una parte fundamental de las tramas tienen un origen islámico y se basan en unos principios distintos de la ciudad medieval cristiana. Muchos de estos rasgos estructurales todavía se observan en algunas tramas de la ciudad, sobre todo en las zonas del núcleo más antiguo, las áreas sur y sureste (las antiguas Judería y Morería), con un viario tortuoso e intrincado con adarves, exiguos ensanches y plazuelas, y manzanas irregulares y compactas de pequeño tamaño y parcelario menudo. Hacia al norte, pero siempre en el sector este, en la primera área de expansión de la Baja Edad Media, este tipo de trama se hace más compleja, con ejes articuladores lineales —antiguos caminos territoriales— y una mayor heterogeneidad en la dimensión y configuración interna de la manzana (imagen izquierda). Aún hoy en día todavía se dibujan algunas de ellas que superan las dos hectáreas de superficie y que contienen amplios espacios abiertos en su interior. En franco contraste, en el sector noroeste del recinto intramuros aparece una trama que, por su regularidad y ortogonalidad, parecen fruto de un proceso de ordenación urbana. Corresponde a los barrios que se extienden al oeste entre la Alameda y el río, el último espacio en ser colmatado dentro de la gran ampliación territorial que supuso la muralla almohade. Esta ampliación absorbió un espacio rural con numerosas huertas y poblado muy débilmente, que progresivamente fue siendo ocupado por usos urbanos en un proceso que se desarrolló en centurias. Su paulatina ocupación con edificaciones cristaliza en la Baja Edad Media y se consolida en la Edad Moderna, absorbiendo parte del incremento poblacional de Sevilla por esas fechas. Su aparente ordenación geométrica no es sino el fruto de la ocupación de un terrazgo de base rural con un menudo parcelario organizado por un entramado viario de servicio de clara componente lineal (Feria Toribio, 2021).

La transformación de estas tramas medievales durante toda la Edad Moderna será, a diferencia de otras grandes ciudades, bastante moderada ya que la enorme dimensión del casco intramuros permitía abordar el crecimiento de la ciudad en su interior. Así, en el siglo y medio de esplendor de la ciudad, en la que

llegó a ser la ciudad más poblada de España, los principales cambios fueron la colmatación edificatoria del recinto intramuros junto a la apertura de espacios públicos de gran dimensión y valor simbólico como la Alameda de Hércules o la Plaza de San Francisco. Posteriormente, a partir de la epidemia de peste de 1649 y la enorme retracción demográfica y económica que la siguió, la trama prácticamente se inmovilizó para configurarse tal como lo refleja, medio siglo más tarde, el referido plano de Olavide.

Figura 2. Tramas urbanas medievales en el casco histórico de Sevilla



Fuente: Feria Toribio, 2021

No será hasta el siglo XIX, cuando se empiece a intervenir sobre estas estructuras y formas urbanas para ir adecuándolas a los requerimientos de la ciudad contemporánea (Quirós, 1991). Muy sucintamente, pueden señalarse los dos instrumentos para afrontarlos. En primer lugar, por orden cronológico, los procesos desamortizadores sobre el inmenso patrimonio inmobiliario de la iglesia, que ocupaba aproximadamente una cuarta parte del total de la superficie intramuros, y que fundamentalmente sirvió para la creación de nuevos espacios públicos —sobre todo plazas ajardinadas—, que descongestionaron la densa trama urbana heredada, y para la dotación de equipamientos y servicios del nuevo aparato del Estado. En segundo lugar, a partir de mediados del XIX, primero con el denominado plano geométrico de las poblaciones — mediante las alineaciones— y posteriormente con las leyes de Reforma, Saneamiento y Mejora, se contó con un aparato jurídico e instrumental que permitió ir interviniendo sobre el casco histórico, pero la debilidad económica e institucional de la ciudad sólo permitió una actuación puntual y fragmentaria de aperturas viarias y creación de espacios públicos. El mejor ejemplo de ello es la limitada y tardía operación de constituir ejes axiales en el recinto intramuros, que en el caso de Sevilla se llevó a cabo tardíamente (segunda década del siglo XX) y sólo en un tramo de 500 metros. No obstante, a pesar de lo anterior, las numerosas operaciones que se llevaron a cabo en la centuria que discurre entre las dos mitades de siglo, con más carga morfológica que estructural, sí fueron dando una nueva perspectiva sobre la configuración y el paisaje de la ciudad histórica tal como hoy se reconoce (Feria Toribio, *op. cit.*).

### 3. Resultados

#### 3.1. Remodelación

El punto de arranque de nuestro análisis se sitúa en 1956, el año en el que se aprueba la Ley del Suelo, y en la que se establece por primera vez en España un código urbanístico completo e integrado, con una definición de las clases de suelo y su régimen urbanístico y un sistema jerárquico e interrelacionado de planes de ordenación asociados. Esta fecha tiene un carácter más bien formal que material, pues no va a suponer un cambio inmediato en la forma de actuar sobre los tejidos históricos, pero en cualquier caso constituirá el marco en el que lógicamente, a partir de dicho momento, hubo de moverse la intervención urbanística sobre ellos.

En el caso del casco histórico de Sevilla, este desajuste, entre el marco normativo y las características y condiciones de la actuación urbanística, dio lugar a una operación con perfiles propios, que en definitiva va a constituir la más importante, por no decir única, intervención de lo que aquí se ha denominado remodelación urbana, al operar sobre la trama urbana de un sector completo del norte de la ciudad histórica. Ello debe situarse, además, en el contexto temporal de una ciudad que por mor de su depauperada situación económica y de la hacienda municipal, apenas había podido afrontar operaciones morfológicas profundas de reforma interior. Como señala Fernández Salinas (1992), en su completo e ilustrado análisis del periodo 1940-1959, las pocas actuaciones del periodo son sólo realizaciones parciales de proyectos mucho más ambiciosos y que se concretan sobre todo en operaciones de iniciativa municipal de ampliación y regularización del viario, un modelo de intervención que se ancla conceptualmente en el ya ciertamente vetusto instrumento del plano geométrico de alineaciones (Terán, 1999).

##### 3.1.1. La demolición del barrio de San Julián

En cualquier caso, como ya se ha glosado, el casco histórico de Sevilla, como el de cualquier otro con una larga historia urbana, contiene en su interior no solo el patrimonio monumental que la identifica y singulariza, sino también, y quizás más importante, la memoria de su pasado. En el caso de San Julián, como en casi todo el sector noreste del casco histórico, la memoria reciente en los años 60 del siglo XX era poco reconfortante. Desde casi principios de ese siglo, pero sobre todo en la Segunda República, fue parte del escenario de la aparición y desarrollo del núcleo de movimientos políticos de izquierda y de sus actuaciones, siendo la zona de la ciudad que, en los compases iniciales del alzamiento militar ofreció mayor resistencia popular a las tropas golpistas y, consecuentemente, sufrió una mayor represión.

La memoria de estos hechos se anclaba sobre una trama urbana histórica pero periférica, sin grandes referentes monumentales y con un caserío muy degradado en el que se alternaban corrales de vecinos y viviendas unifamiliares, en su mayoría carentes de los servicios e infraestructuras básicas o simplemente ruinosas, con actividades industriales y artesanales de pequeña escala. Y habitándola, una población abundante, hacinada, constituida por trabajadores no cualificados o dedicados a sectores informales, con las mayores tasas de pobreza y mortalidad de toda la ciudad (Hauser, 1882). En definitiva, el escenario ideal para lo que en términos de la época era una operación de “redesarrollo urbano”; esto es, la destrucción, o muy profunda transformación, de la trama urbana y de la edificación existente en orden a generar un nuevo espacio urbano con diferentes características formales y funcionales.

Bajo estas circunstancias no era de extrañar que desde muy temprano, en los 40 y 50, se plantearan iniciativas, que nunca llegaron a formalizarse, para intervenir en la zona con tales objetivos. Debe señalarse en primer lugar, la aprobación en 1946 de un Plan de Ordenación Urbana Municipal de Sevilla, que se realizó en colaboración con el Gobierno central y en el que tuvo un papel central Pedro Bidagor, auténtico factótum del urbanismo español en el periodo autárquico y a la sazón el principal responsable de la Ley del Suelo de 1956 (Terán, 1982). Ahora bien, lo que se aprueba en ese momento es el Plano de Ordenación, que planteaba sobre todo un modelo de base organicista de crecimiento y expansión de la ciudad, mientras que las ordenanzas que lo desarrollaban no se aprueban hasta cuatro años después y se centran exclusivamente en la regulación de la actividad constructora. En todo caso sí hay ya una referencia a esta parte del casco histórico, planteando la necesidad de la renovación urbana del sector norte de la ciudad y estableciendo algunas directrices para llevarla a cabo.

Posteriormente, con la ley del Suelo ya aprobada, hay un segundo intento de formalizar un instrumento de planificación para intervenir en la zona. Para ello el gobierno municipal utilizó la figura contemplada en dicha Ley para actuar en los suelos urbanos, el Plan de Reforma Interior. En 1959 se presentó

un Avance del Plan Especial de Reforma Interior de San Julián, que no tuvo mayor recorrido. De hecho, no hay en los Archivos municipales constancia documental del Plan y en definitiva lo poco que se puede decir de él es que abarcaba un ámbito más amplio que el que con posterioridad sufrió la intervención, siendo el único planteado en todo el casco histórico de la ciudad, lo cual se justificaba por las negativas condiciones urbanísticas y sociales del barrio.

Pero poco después se dieron las circunstancias que permitieron intervenir decididamente en la zona. Tales circunstancias fueron producto de un acontecimiento catastrófico: la última gran riada que sufrió la ciudad. En noviembre de 1961, la inundación procedente del arroyo Tamarguillo cubrió una buena parte del norte y este de la ciudad y del casco histórico, provocando serios daños en viviendas y edificios. Uno de los lugares más afectados, pero obviamente no el único, fue San Julián, en él que los daños sobre las estructuras fueron importantes y muchos residentes tuvieron que abandonar sus casas. En ese estado, las autoridades locales, en colaboración con la Gerencia de Urbanización del Ministerio de la Vivienda y en cuestión de meses, con una eficacia propia de administraciones avanzadas, llevaron a cabo la expropiación de los suelos, relocalizaron a unos mil quinientos vecinos, que todavía permanecían en la zona, en viviendas provisionales de la periferia de la ciudad, demolieron todos los edificios —excepto uno, la cervecería Baturones— y eliminaron su intrincada trama urbana (Figura 3).

Figura 3. Foto del solar resultado del proceso de demolición y planos de la trama urbana antes y después de la operación de San Julián



Fuente: Archivos de la Fototeca municipal (arriba). Plano de la Zona de Ensanche a escala 1:2.000, Hoja 4, Instituto Geográfico y Catastral, 1928 (inferior izqda.). Cartografía digital actualizada de Sevilla de la Gerencia Municipal de Urbanismo

La operación de expropiación y demolición se llevó a cabo en menos de dos años, pero debía remarcarse con una propuesta de redesarrollo urbano, dotándola de una apariencia de legalidad y orden urbano. Para ello se montó un trampantojo urbanístico, que consistió en que el sector, de una extensión de aproximadamente 15 has. fue tratado como suelo a urbanizar (“reserva urbana” en la Ley del Suelo de 1956) y ordenado a través de un Plan Parcial (el Plan Parcial de San Julián), llevado a cabo por la Gerencia de Urbanización del Ministerio de la Vivienda. Extraordinaria paradoja y excelente metáfora de los tiempos: la administración encargada de dirigir y desarrollar la actividad urbanística en el país, retorciendo su propia legalidad recién instaurada en base a una ficción que consistía en urbanizar un suelo que llevaba al menos siete siglos siendo urbano (Feria Toribio, 1983). Al igual que en el caso del Plan Especial, que en los archivos municipales no conste ninguna documentación ni referencia a dicho Plan no debe extrañar. Probablemente, sólo quede huella del mismo en los archivos del Ministerio.

Lo único que puede indicarse de su contenido<sup>6</sup> es que todo el Plan se reducía a un plano de delimitación, con cinco sectores internos, y dos páginas con normativa para la nueva construcción. Ni referencias a lo anteriormente existente, ni razones que justificaran su total demolición, ni objetivos ni criterios para la nueva ordenación. El Plan tardó casi tres décadas en ejecutarse en su totalidad. Las prisas habían terminado. Hoy lo que encontramos en este lugar del casco histórico es un sector de urbanización compacto, pero cerrado, sin calles, y ocupado por edificación en orden abierto de bloques en altura, similar a cualquiera de los extrarradios de las ciudades de los 70 y 80. Las densidades son más altas y los antiguos residentes de clases populares han sido sustituidos por familias de clases medias. En ningún otro lugar del casco histórico hubo lugar u ocasión para una intervención de similar alcance y entidad. San Julián fue la excepción y el ejemplo de una forma ya periclitada de intervención sobre una trama urbana histórica.

### 3.2. La renovación urbana al servicio de una modernización impostada

La excepcionalidad de la operación anteriormente descrita se explica en gran parte debido a que a principios de los sesenta el contexto económico y, en cierta medida, sociocultural del país estaba cambiando rápidamente, sobre todo a raíz de las políticas de desarrollo económico. En concreto en Sevilla, cuando a mediados del siglo se empieza a asumir que la ciudad canónicamente entendida desde hace centurias como tal ya no es toda la ciudad, sino que en todo caso está pasando a ser su parte central, el discurso y la intervención sobre la forma y estructura urbana se desplazó en sus perspectivas. Y lo que se adopta es una posición que podría tildarse de funcionalista, en la que se prima, en cuanto a la actuación urbanística en el casco histórico, su condición de espacio privilegiado para actividades y funciones de centralidad en detrimento de otros criterios de naturaleza social o de valor patrimonial. Y todo ello, no se olvide, en un contexto político autoritario que permitía un marco de actuación al servicio de los agentes públicos y privados dominantes.

El documento que sintetiza de manera nítida en su discurso esta posición, a veces incluso con una franqueza descorazonadora, es el Plan de Reforma Interior del Casco Histórico de Sevilla (PRICA, 1968). Aunque aprobado cuando el proceso de intervención bajo este nuevo prisma lleva ya un tiempo en marcha y un lustro después de la aprobación del Plan General del 63, es el documento de planificación que materializa, ideológica y normativamente, la actuación urbanística sobre el casco histórico de Sevilla (Feria Toribio, 1983). Por esta razón y por la eficacia que tuvo a la hora de conseguir sus objetivos, merece la pena utilizarlo como hilo conductor para explicar y describir la transformación y destrucción de una parte significativa de la forma y el paisaje urbano de la ciudad heredada bajo el paraguas de lo que en esos momentos se calificaba como renovación urbana.

#### 3.2.1. Referentes conceptuales y normativos para la “modernización” del casco histórico.

El marco de referencia para el PRICA fue lógicamente el Plan General de Ordenación Urbana de Sevilla (1963), aunque la ausencia en éste, tanto de un discurso sobre la situación y función del centro histórico como las escasas determinaciones incluidas, no pudieron ser de mucha ayuda. Básicamente la aportación del Plan General fue que, sin plantear explícitamente los objetivos y sin aparentemente ser consciente de sus consecuencias, reafirmaba y fortalecía el papel del casco histórico como centro funcional de la ciudad,

<sup>6</sup> Información trasladada por Antonio González Cerdón, arquitecto y responsable del equipo que elaboró los Estudios de Detalle de desarrollo del Plan Parcial en el sector.



fundamentalmente a través de la sectorización de sus espacios en actividades de servicios (comerciales, administrativos, turísticos), la eliminación de actividades industriales y la organización de un sistema viario que convergía y penetraba en él para acabar en fondos de saco que actuarían como grandes recintos de aparcamiento.

Con tan escaso bagaje, el PRICA se puso manos a la obra, aportando dos contenidos fundamentales: de un lado, un diagnóstico de la situación del centro histórico y, del otro, el desarrollo normativo para regular la intervención sobre su forma y estructura urbana. El análisis de la primera parte nos permite mostrar las bases técnicas, pero sobre todo ideológicas de lo que aconteció a la ciudad heredada en este periodo. El diagnóstico se centra en dos procesos concurrentes, aparentemente contradictorios pero que al final encuentran su convergencia a la hora de diseñar la intervención sobre la ciudad histórica. Son de una parte la “progresiva degradación” de las estructuras urbanas y edilicias, sobre todo en el sector norte de la ciudad, y del otro la excesiva “vitalidad” de ciertas zonas del centro. En cuanto al primero de los procesos, la cuestión es abordada desde las condiciones de hacinamiento y dotaciones del espacio residencial.

Lo curioso es que los datos promedio del casco histórico, siendo como eran bastante negativos en todos esos aspectos, no diferían de los del conjunto de la ciudad y en concreto, en lo que respecta a todo el ciclo del agua (abastecimiento, alcantarillado, etc.) los valores de dotación eran incluso superiores. Pero lo que hace el Plan es focalizar la atención en el sector norte del casco histórico, en dónde, como ya había mostrado Hauser hacía casi un siglo, se daban las peores condiciones demográficas y socioeconómicas de la ciudad. Y llegados a este punto, el documento realiza una disrupción discursiva y descarga todo un conjunto de ideas preconcebidas que hace aflorar lo que subyace detrás de este bienintencionado diagnóstico. Sin entrar en mayores detalles y como botón de muestra de esta posición, merece la pena reflejar textualmente cómo describe el Plan esta parte de la ciudad: “en estos sectores, donde desequilibradamente, una población de bajo nivel de renta se ha concentrado de una forma insalubre y promiscua, resultado de la alteración de lo que podríamos llamar su equilibrio biológico” (PRICA, p. 10). La interpretación del sentido e intención concreta de la frase, que desprende un cierto “aroma” malthusiano, es complicado de adivinar, pero lo que no resulta fácil de entender es una argumentación de este tipo ya bien pasada la mitad del siglo veinte, sabiendo además que el documento es prácticamente coetáneo del renombrado, y anteriormente mencionado, Plan de Bolonia, a partir del cual se establecieron unos principios de intervención sobre los centros históricos que se sitúan en el extremo opuesto a ese tipo de planteamientos. Lo cierto es que ese argumento es el que sirve para justificar a posteriori la operación descrita en el apartado anterior de demolición y borrado de la trama de una parte del barrio de San Julián en 1962, aún reconociendo que ese tipo de operaciones era la última solución.

El segundo gran conjunto de problemas que diagnóstica el Plan es el derivado de la excesiva “vitalidad” de determinadas zonas de la ciudad histórica debido a su privilegiada situación, lo que conducía según el Plan a problemas de elevadas densidades, congestión urbana y un círculo vicioso de especulación del suelo. Es curioso observar en todos los documentos de la época esta preocupación aparente por la especulación del suelo, confundiéndola intencionadamente con el simple incremento de los precios del capital inmobiliario, y en franca contradicción con las medidas que después se planteaban, las cuales en la mayoría de los casos favorecían, esta vez sí, una auténtica especulación del suelo. Y este fue el caso, en bastantes aspectos paradigmático, del PRICA.

Lo anterior se manifiesta palmariamente en la muy diferente eficacia y aplicación de sus determinaciones y propuestas. Básicamente, éstas se dividían de forma nítida en dos grandes grupos, de un lado un apartado de ordenación e intervención operativa sobre el espacio urbano y, de otro, el bloque normativo sobre la edificación y el patrimonio edilicio. En cuanto a la primera, prácticamente nada de lo propuesto se realizó, entre otras cosas porque ninguna de las planteadas incluía algún tipo de compromiso legal, financiero o temporal para su ejecución. Así, la propuesta de dotación de equipamientos y servicios para cada una de las áreas homogéneas definidas en el Plan carecía de la más mínima concreción excepto para las áreas de mercado. Ninguna de ellas fue llevada a cabo y en lo que respecta a los mercados de barrio lo finalmente ejecutado no tuvo nada que ver con lo propuesto en el PRICA. De igual manera, la definición de dos centros comerciales en el centro histórico, uno al norte y otro al sur del mismo, tampoco se materializó finalmente y ello a pesar de que en el caso ya descrito del sector norte el área seleccionada fue la demolida y reurbanizada área de San Julián, que finalmente se dedicó a zona residencial de alta densidad, y en el sector sur, aunque el proyecto fue aprobado, jamás llegó a implementarse.

Frente a ello, el bloque normativo fue extraordinariamente operativo a la hora de la intervención en la reforma interior de la ciudad histórica. Con la excusa de afrontar lo que en el diagnóstico se caracterizaba como la degradación del entorno urbano y luchar contra el deterioro del patrimonio inmobiliario, se establecieron unos estándares mínimos, (estructurales, dotacionales, etc.) que debían cumplir todos los edificios del casco histórico, quedando fuera de ordenación todos aquellos que no alcanzaban tales estándares. Paralelamente, y en curiosa contradicción con el propio diagnóstico del Plan, que alertaba de la excesiva vitalidad de algunas áreas del centro histórico, la normativa de usos permitía toda clase de usos comerciales y de servicios no sólo en planta baja sino en todo el inmueble, con el hecho añadido de que permitía alturas mayores en edificios singulares de acuerdo a sus especiales funciones.

### 3.2.2. Impactos y consecuencias sobre el patrimonio urbano

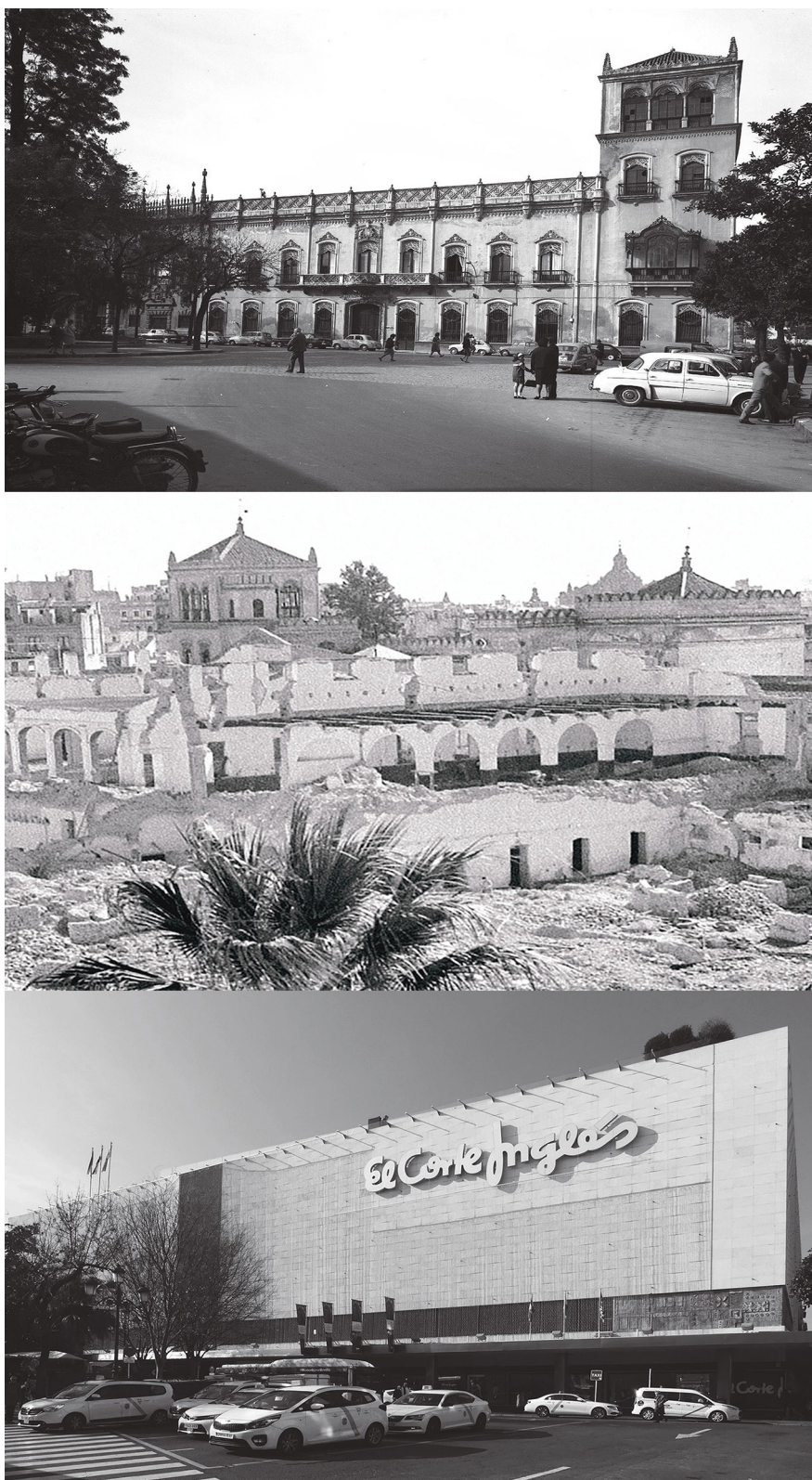
La combinación de ambos conjuntos de medidas normativas en una coyuntura de gran dinamismo económico, y con la decidida voluntad de los poderes locales de apoyar todo el proceso, fue demoledora, material y metafóricamente hablando, para la forma y el paisaje de la ciudad histórica. Como expresión paradigmática de esta confluencia de circunstancias, tres meses después de la aprobación del PRICA, la corporación municipal autorizaba la demolición de tres palacios contiguos en la Plaza del Duque —incluidos en el Catálogo de monumentos histórico artísticos y por ello con una explícita prohibición de demolición en el propio Plan— para edificar en su solar unos grandes almacenes que asimismo incumplían las ordenanzas de construcción establecidos en él (Figura 4). Cabe resaltar que las autoridades municipales fueron especialmente eficientes en operar, en ese mismo sentido y con igual propósito, en otras grandes bolsas de suelo —palacios, escuelas privadas, edificios industriales, teatros, etc.— que eran las que más interesaban al sector inmobiliario y grandes firmas comerciales. La imagen de un sector público saltándose su propia legalidad al servicio de los intereses de ciertos grupos económicos y la facilidad e impunidad de este proceso de destrucción urbana sólo puede explicarse por las especiales circunstancias políticas y sociales del periodo (Capel, 1973).

La más directa consecuencia de todo ello fue la intensificación desmesurada del proceso de destrucción del caserío y la trama y parcelario histórico de la ciudad, con la demolición de centenares de edificios, algunos de ellos sin especial valor histórico y arquitectónico, pero también de muchos otros con gran valor patrimonial y social. La conjunción de intereses públicos y privados, junto con el estado ruinoso de una parte del citado patrimonio, favoreció la desaparición en las décadas de 1960 y 1970 de una parte significativa del mismo, sobre todo, de las grandes casas-palacio de los siglos XVI al XVIII, para las que, además, no se daban unas alternativas racionales a su desaparición. La constatación de la citada desaparición ha quedado reflejada y, en cierto sentido cuantificada, a partir del catálogo de edificios de interés histórico y estético que realizó el Ayuntamiento entre 1949 y 1951, que incluía unos 700 inmuebles. Cuando más de veinte años después se decidió publicarlo —en el excelente volumen *Arquitectura Civil Sevillana*, 1976— se llevó a cabo una revisión del mismo, y pudo observarse cómo habían desaparecido casi un centenar de los inmuebles recogidos en origen (93). Al reeditarse ocho años después (Collantes de Terán y Gómez Estern, 1985), se advierte que habían desaparecido otros 80, a los que habría que sumar otro medio centenar, que en la reedición se señalaban como cerrados o abandonados y, por tanto, en peligro de seguir el mismo destino. Es decir, en solo dos décadas casi una tercera parte de la herencia urbana de la ciudad en lo que se refiere a su arquitectura civil, constituida a través de siglos, había sido destruida.

Con este proceso no solo se perdió un singular patrimonio material, sino también determinadas características de un medio urbano que dotaban a Sevilla de su singular carácter. Porque, como consecuencia de esa destrucción también se produjo un profundo cambio social y funcional en la escena urbana de la ciudad histórica, con el desplazamiento a la periferia de una parte importante de su población, tanto de rentas altas como bajas (los primeros de forma voluntaria, los segundos obligados por las circunstancias), y la pérdida de un innumerable conjunto de actividades comerciales, artesanales y de industria de pequeña y mediana escala. Significativamente, el centro histórico pierde en la década de 1960 más de 25.000 habitantes netos —pasa de 114.115 a 88.165—, para incrementarse ligeramente en la de 1970 con población de mayor nivel de renta, en un proceso clásico de gentrificación de un espacio urbano privilegiado, económica y simbólicamente hablando. Pero, sobre todo, se produce un proceso de cambio funcional, de “modernización”, en la que el casco de la ciudad histórica fue capaz de absorber, a diferencia de las restantes grandes ciudades españolas, todas las funciones y tipologías centrales y directivas terciarias de la época, desde las administrativas y sedes de bancos y empresas, hasta los grandes almacenes. Y todo ello por su

enorme capacidad urbana y a pesar de su compleja e intrincada trama, que al día de hoy todavía sufre las exigencias y servidumbres de un modelo de uso del espacio urbano pensado para otro tipo de ciudad.

Figura 4. Imágenes del proceso de remodelación de la Plaza del Duque



Fuente: Archivos de la Fototeca municipal (reproducido en Feria Toribio, 2021)

### 3.3. Los caminos de la rehabilitación

#### 3.3.1. El papel del planeamiento urbanístico en un contexto democrático

Como puede ser fácilmente entendible, un instrumento de intervención sobre el casco histórico de tales principios e impactos no tenía muchas posibilidades de supervivencia en un contexto político y social que no fuera el autoritario de la dictadura. Por esta razón recién constituido ayuntamiento democrático de la ciudad fue la aprobación del Modificado del PRICA (1980). Según uno de los autores del documento, este Modificado tenía el objetivo primero de paralizar el proceso de destrucción del casco histórico para transformarlo en otro de recuperación y rehabilitación (García Tapial, 1997). Fundamentalmente, el Modificado tenía un carácter preventivo, adoptando medidas cautelares de carácter patrimonial, entre las que se incluía la prohibición de demoliciones injustificadas en el ámbito del Conjunto Histórico-Artístico (Figura 5).

Figura 5. Delimitaciones del Conjunto Histórico de Sevilla



Fuente: García Tapial (1997)

Aunque no supuso una paralización absoluta del proceso de intervención destructora sobre la ciudad histórica, entre otras cosas porque las cautelas solo afectaban a la edificación de carácter más monumental y a una parte del casco —la delimitada por el Conjunto declarado, que no incluía en ese momento barrios como los de San Gil, San Lorenzo o San Vicente o los arrabales de Triana y San Bernardo—, sí implicó un primer paso para iniciar una andadura de intervención más respetuosa sobre el patrimonio urbano, entendido este en su dimensión más amplia.

En todo caso dicho camino no fue nada directo y estuvo lleno de dificultades y contradicciones en la relación entre la esfera urbanística y la de la protección patrimonial. Recuérdese que, desde el lado de la protección patrimonial, no es hasta 1985, al aprobarse la Ley de Patrimonio Histórico, cuando entra en juego esa concepción más amplia del patrimonio urbano, en especial las tramas urbanas, y con la adopción del Plan Especial de Protección como instrumento central de intervención, asociado a la normativa urbanística, pero tutelado desde la administración cultural. Como además dicha administración está atribuida a las Comunidades Autónomas, en el caso de Andalucía tuvo que esperarse a 1991 para contar con una Ley de Patrimonio Histórico que definitivamente materializara normativamente los contenidos antes expuestos. Paralelamente, también desde el lado de la protección patrimonial, hubo de transcurrir toda la década de los ochenta, desde que en 1982 el Ministerio de Cultura abriese un expediente de

ampliación del entonces Conjunto Histórico-Artístico de Sevilla vigente desde 1964, hasta que se apruebe definitivamente la delimitación del Conjunto Histórico de acuerdo a lo establecido en la Ley del 85. Debe indicarse que la nueva delimitación alcanza una superficie de 783,5 has. y que, ahora ya sí, engloba la totalidad del recinto intramuros y los arrabales históricos para extenderse mucho más allá, hacia el sur, con los desarrollos de la Exposición Iberoamericana de 1929 (Figura 6).

Figura 6. Delimitación del Conjunto Histórico de Sevilla



Fuente: Gerencia Municipal de Urbanismo de Sevilla

En lo que respecta a la vertiente del planeamiento urbanístico, tras el Modificado del Plan de Reforma Interior, es la Revisión del Plan General de Ordenación Urbana de Sevilla el que poco después recoge el testigo de abordar una propuesta urbanística integral y acorde a los nuevos tiempos de tratamiento del

patrimonio urbano. No es lógicamente este el lugar para hacer un análisis detallado de los contenidos del Plan al respecto, pero como valoración de partida debe mencionarse la sorprendente total ausencia en el PGOU de referencias explícitas que provengan del marco normativo o administrativo sectorial de la protección patrimonial. De hecho, tiene que ser en el acto de la Aprobación Definitiva del nuevo Plan General (1987) en el que se introduzcan, por imperativo legal, contenidos normativos e instrumentales a desarrollar previstos en la Ley del Patrimonio Histórico, en concreto el Plan Especial de Protección, no contemplados inicialmente en el PGOU.

En comparación con el Plan de 1963, la atención dedicada a lo que se denomina en el PGOU “Casco Antiguo y Centro Urbano” es extraordinariamente más atenta y detallada, con una necesaria reflexión sobre el papel de este espacio urbano en el conjunto de la ciudad y un amplio bagaje normativo y de intervención física sobre la trama urbana. Centrándonos exclusivamente en lo que es el objeto de este estudio, lo que debe destacarse de este Plan es el principio de una intervención “sin complejos” (*sic* en el Avance) sobre las estructuras y funciones urbanas del casco histórico, con criterios de reconversión tipológica y de usos, de rehabilitación de edificios y equipamiento local, de lo que se denominaban “normas zonales”<sup>7</sup> y sobre todo actuaciones singulares.

El Plan General ignora esos preceptos que dimanaban de la legislación sectorial patrimonial y por el contrario plantea como una de las principales líneas de trabajo del Plan un conjunto de propuestas de intervención sobre las alineaciones en el centro de Sevilla (Gerencia de Urbanismo, 1985). Dichas propuestas son clasificadas por el propio Plan como de *Estructura general* (apertura de un eje lineal como prolongación de la Alameda de Hércules); *Intervenciones sobre la estructura interna del casco*, sobre todo en el sector noreste (los menos “evolucionados”, según la calificación del propio Plan) y *Dotación de accesibilidad y espacios públicos en bolsas de degradación localmente delimitadas y aperturas de pequeñas dilataciones o plazas de carácter local*. Este planteamiento no se limita a definir genéricamente esas líneas de intervención, remitiendo al planeamiento de desarrollo para su concreción, sino que en muchos casos llega al propio diseño formal, a modo de esbozos prefiguradores de la imagen resultante de las propuestas.

En cualquier caso, la capacidad de intervención del Plan en esta línea, una vez aprobado definitivamente con las salvedades mencionadas anteriormente, estuvo muy mediatizada hasta principios de la década de los 90, en primer lugar porque la ciudad tenía concentrados todos sus esfuerzos en el proyecto de la Expo 92 y en segundo lugar porque el marco normativo y administrativo para la intervención no estará despejado hasta que finalmente la Comunidad Autónoma se dote de su preceptiva Ley de Patrimonio Histórico y cuando también la ciudad cuente con la aprobación definitiva de su ampliado Conjunto Histórico.

### 3.3.2. La convivencia entre protección patrimonial e intervención urbanística

A partir de ese momento ya sí tendrán que convivir necesariamente la doble responsabilidad sobre la intervención urbana en la ciudad histórica: la patrimonial y la urbanística. Y dicha convivencia se convierte en ocasiones en una pugna competencial, pero también conceptual y de entendimiento, sobre qué manera afrontar la protección y mejora del medio urbano de Sevilla. De alguna forma podría describir el periodo de convivencia, en la década de los noventa, entre lo establecido por la administración encargada de la tutela de los Conjuntos Históricos y la esfera de lo determinado por el Plan General de Ordenación Urbana de 1987 como un proceso enrevesado, lleno de desencuentros y desajustes, que superaba el mero debate disciplinar o competencial para en numerosas ocasiones convertirse en un galimatías jurídico que acababa en los tribunales de justicia.

El problema parte del obligado cumplimiento de la resolución de Aprobación Definitiva del PGOU, en la que se instaba a la redacción de un Plan Especial de Protección del Conjunto Histórico. Dicho Plan no pasó de la fase de Avance, a modo de directrices, dado que escudándose en la, por otro lado, real gran extensión y complejidad del Conjunto Histórico, se planteó dividir dicho Conjunto en un total de 27 sectores, 15 de los cuales correspondían al recinto intramuros y arrabales históricos de la ciudad. Cada uno de esos sectores debía desarrollar su correspondiente Plan Especial de Protección, pero no *ex novo*,

<sup>7</sup> Las normas zonales se basan en una sectorización del casco —según la jerga utilizada en el Plan— que está basada en una clasificación tipológica bastante rudimentaria y heteróclita y que incurre además en errores de bulto desmentidos por la investigación urbana posterior, como hablar de los “sucesivos recintos amurallados de la ciudad” o de “tejidos reticulares determinados por la implantación del tipo residencial originario, romano o islámico” (*sic*).

sino basándose en, o adaptando, la normativa establecida por propio PGOU y el planeamiento Especial en redacción (García Tapial, *op.cit.*).

Siendo extraordinariamente sintético, puede afirmarse que el conflicto surge de la escasa, por no decir nula, presencia en el Plan General de planteamientos que incorporaran los criterios establecidos en la legislación patrimonial en cuanto a la ciudad histórica, especialmente en el tema aquí abordado de las tramas urbanas, pero también en aspectos relevantes como los Catálogos o el patrimonio arqueológico subyacente. De hecho, el planeamiento especial que se comienza a redactar desde finales de los 80 significativamente se denomina sólo de Reforma Interior y algunos de ellos se aprueban por razones de oportunidad urbanística (fuera de lo que fue el recinto intramuros) por el propio ayuntamiento como tales a mediados de los 90 (Planes Especiales de Reforma Interior de San Bernardo o del Prado de San Sebastián), pero lógicamente sin que tengan más recorrido en el resto de la ciudad histórica.

Habría que esperar a esas fechas para que se inicie un proceso de colaboración entre el Ayuntamiento y la administración regional para la formulación de auténticos Planes Especiales de Protección, siendo el primero y referente el de Triana. En cualquier caso, este proceso de dotar de un marco de protección patrimonial de la ciudad histórica a través del planeamiento especial de protección no tuvo mucho éxito, pues de los 15 sectores delimitados sólo se aprobaron definitivamente como Plan Especial uno perteneciente a los Arrabales (el mencionado de Triana) y otro dentro del sector noreste del recinto amurallado histórico (Santa Paula-Santa Lucía). Los restantes sectores permanecieron con situaciones muy diversas entre ellos (planeamiento convalidado por Decreto, catálogos pendientes, planes paralizados o simplemente sectores sin planeamiento iniciado) pero que en general dibujaba un panorama de provisionalidad y, a la postre, inseguridad jurídica. Todo lo cual no se iba a poder resolver hasta principios del presente siglo, cuando se aborde la Revisión del PGOU del 87, que había quedado obsoleto prácticamente desde su aprobación, no sólo por la cuestión aquí tratada sino sobre todo por el desborde que de la previsiones y diseño estructural del Plan habían supuesto las intervenciones con motivo de la EXPO 92.

### 3.3.3. *La operación San Luis-La Alameda: la última intervención de Reforma Interior en el casco histórico de Sevilla*

Cabe decir, antes de nada, que de todo este periodo de convivencia digamos relativamente conflictiva entre el planeamiento urbanístico y la protección patrimonial, probablemente lo que pueda destacarse es que, a pesar de todo, la ciudad histórica empezó a recomponer su forma y ambiente urbano con una notable intervención, dentro del marco conceptual de la rehabilitación, a partir de los elementos y recursos que sobrevivieron después del largo periodo de cambio y destrucción.

Esta intervención actuó sobre el inmenso patrimonio monumental de la ciudad, con la recualificación infraestructural y urbanística y con una mayor atención a las intervenciones edilicias y sobre el paisaje urbano. Pero dentro de ese proceso general no faltaron iniciativas que, en el contexto de ambigüedad y conflicto competencial que se ha descrito anteriormente, dieron pie a intervenciones de “rehabilitación” por parte del gobierno municipal en desarrollo del Plan del 87 que eran no ya sólo anacrónicas conceptualmente, sino irrespetuosas con la legalidad patrimonial.

Y el escenario concreto de la más importante de estas intervenciones, como no podía ser de otro modo, fue el sector noreste del casco de la ciudad. Recuérdese que en las páginas anteriores se apuntaba que el Plan General planteaba intervenciones de estructura general en ese sector de la ciudad histórica. Ello debía articularse a través de dos Planes Especiales de Reforma Interior junto con lo que se definía como un Área de Rehabilitación Integrada<sup>8</sup>.

Dicho y hecho, con una rapidez inusitada dado que en gran parte el Plan General diseñaba ya muchas de las actuaciones a llevar a cabo, se elaboró y aprobó por el Ayuntamiento (1989) un documento que refundía esas tres figuras urbanísticas: el denominado Plan Especial del Área de Rehabilitación de San Luis. Tan curiosa denominación (ya que no es un Plan Especial de Reforma Interior como señalaba el PGOU, ni uno de Protección como prescribe la Ley de Patrimonio Histórico) parecía destinada a intentar orillar la tutela de la administración patrimonial, más aún cuando en absoluto, en ese breve periodo de tiempo,

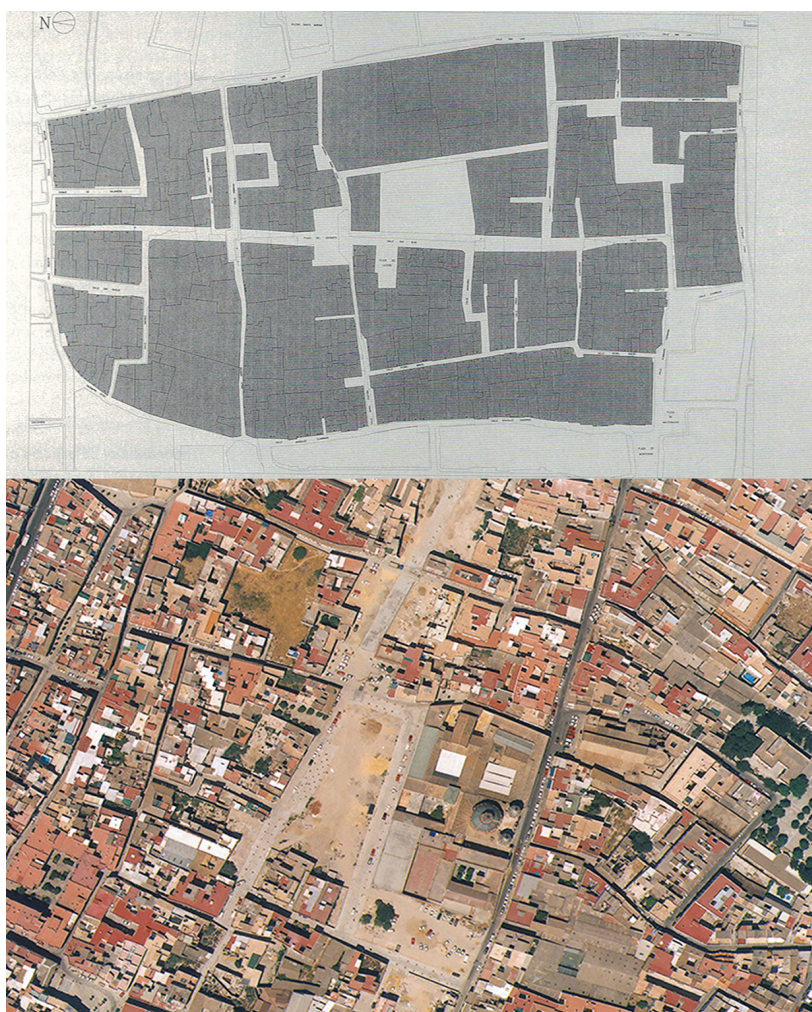
---

<sup>8</sup> Nótese aquí que la utilización del término “rehabilitación”, con su adjetivación de “integrada” y su vinculación a planes calificados de reforma interior, denotaba un alcance del nivel de intervención urbanística mucho más profunda de lo que conceptualmente se entendía por tal desde la perspectiva de la protección del Patrimonio urbano.

se había hecho el intento de formular el Plan Especial de Protección del Conjunto Histórico de la ciudad, requisito a cumplir en la Orden de Aprobación Definitiva del Plan. Como es comprensible, este Plan Especial de Rehabilitación no fue aprobado definitivamente por la Administración regional, dado que incluía alteraciones en la morfología urbana y la edificabilidad, hasta que el Conjunto Histórico tuviera un Plan Especial de Protección redactado, cuestión, que como se vio también anteriormente, no sucedió hasta cuatro años después.

Este contratiempo legal no detuvo en cualquier caso la actividad de la Gerencia de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla, la cual, al amparo de las pautas establecidas en el Plan, continuó interviniendo en el sector, con el argumento de que se trataba de tramas poco “evolucionadas”. Sea cual fuere el alcance preciso de lo que significaba esa valoración o diagnóstico, el único remedio que se planteaba para afrontarla era el tradicional de la reforma interior, mediante actuaciones de pequeña escala sobre el viario, la trama urbana y el parcelario (Díaz Parra, 2008). Y en esa dinámica surgió la oportunidad de acogerse al Programa Urban de la UE, que permitió financiar la operación de reforma interior tal como se diseñó en el Plan de Rehabilitación no aprobado. Como se sabe, el Programa URBAN estaba enfocado a espacios urbanística, ambiental y socialmente degradados, moviéndose conceptualmente en el campo de la *regeneración urbana* (Moya González y Díez de Pablo, *op.cit*), con elevado contenido dirigido a la cohesión social y al desarrollo económico de las comunidades locales (Huete Garcia et al., 2016). Por ello, dichos programas se financiaban principalmente con el Fondo Social Europeo, pudiéndose cubrir hasta el 70 % de los costes de ejecución de la operación.

Figura 7. Plano de intervención de alineaciones del Plan Especial de Rehabilitación del sector San Luís (arriba).  
Foto aérea del sector en el momento de la intervención (1995)



Fuente: Gerencia Municipal de Urbanismo del Ayuntamiento de Sevilla



Consecuentemente, en la Memoria que se presentó para justificar la operación, se hizo especial énfasis en la vertiente de los problemas sociales y, significativamente, al igual que sucedió en épocas anteriores (cambiando el tono, pero manteniendo el fondo del discurso de décadas atrás), se describía un panorama lúgubre y estigmatizador del ámbito y sus residentes, del que se enfatizaba su marginalidad, sobre todo como foco de prostitución y drogodependencia. Este “diagnóstico” era el conveniente para justificar la necesidad de intervención y disponer de los recursos financieros para acometerla.

De manera aparentemente paradójica, siendo como era una operación fundamentalmente de carácter social, el órgano ejecutor de la actuación fue la Gerencia de Urbanismo (su promotor). Al final, poco más del 20 % se empleó en medidas de cohesión y ayuda social (García Jaén, 1998:), dedicándose la mayor parte de la inversión (67 % del total) a las obras de rehabilitación de inmuebles de alto valor patrimonial (para su posterior uso como equipamiento público) y a mejoras de infraestructura y reurbanización, pero sobre todo a implementar lo propuesto en el no aprobado definitivamente Plan Especial de Rehabilitación de San Luis. Debe señalarse que la intervención se desarrolló paralelamente al proceso de convalidación del susodicho Plan (a partir de 1995), como una política de hechos consumados, en la que la operación urbanística basada en los principios de reforma interior se adelantaba a la previsible oposición desde la administración patrimonial (Figura 7).

Sea como fuere, la intervención fue profunda, orientada a la reorganización y destrucción de la trama urbana (división de manzanas, alteración del parcelario, y alineación de calles y eliminación de adarves, creación de nuevos ejes viarios rectilíneos, etc.) acompañada de demoliciones, en algunos casos masivas, del caserío tradicional, generalmente en estado ruinoso. Una intervención de este tipo, ya explícitamente prohibida por la legislación patrimonial, no es fácil de explicar tampoco en términos urbanísticos y sociales, porque con la destrucción de la trama urbana y el caserío no se consiguieron ganancias significativas en el espacio público más allá de dotar de mejor accesibilidad viaria a la zona, mientras que el desalojo de una parte de la población residente no era compensado con programas de rehabilitación o vivienda pública para su reubicación. Significativamente, en el nuevo PGOU, a la hora de presentar y evaluar esta operación, se constataba que ésta fue objeto de numerosas críticas por parte de movimientos conservacionistas y aunque la intentaba justificar tímidamente, con el argumento recurrente de que se trataban de tramas poco “evolucionadas”, finalmente se reconocía que muchas de las intervenciones estaban fuera de escala, para concluir que “tal vez hoy dichas intervenciones no hubieran sido posible dada la gran sensibilidad existente en los distintos sectores de la sociedad” (PGOU de Sevilla, 2005; XIII.13).

Al final, el resultado de toda esta operación es un espacio urbano aparentemente recualificado, pero que lo que hacía era facilitar la incorporación de este sector de la ciudad al mercado inmobiliario residencial, cada vez más demandado y especulativo, del casco histórico, con el consiguiente cambio en los perfiles sociales y funcionales del lugar.

#### **4. Discusión**

La hipótesis sobre la que parte este trabajo es que, en la segunda mitad del siglo veinte, la ausencia de un marco propio de planificación protectora desde la administración competente y su residencia en el planeamiento urbanístico favoreció una pérdida significativa del patrimonio urbano en España. Para contrastar dicha hipótesis mediante el análisis del caso del centro histórico de Sevilla, la discusión de los resultados se hará en función del esquema conceptual presentado y de la por otra parte no muy abundante existente literatura científica sobre esta precisa cuestión.

Como se sabe, las operaciones de remodelación o redesarrollo como operación urbanística planificada y consistente en el desmontaje total de las estructuras físicas de trama y edificación, tienen su gran referencia inicial en el caso del París de Hausmann y en España se materializan sobre todo en la apertura de las denominadas “Grandes Vías” (Gran Vía de Madrid, Vía Layetana, Gran Vía del Azúcar en Granada, etc.) desarrolladas en la primera mitad del siglo XX y amparadas en el instrumento del plano geométrico de alineaciones. Con la ley del Suelo de 1956, este tipo de operaciones o cualquier otra sobre suelos urbanos (tengan valor patrimonial o no) tendrán que ser realizadas a través de un Plan General y, en su caso, de otro Especial, denominado de Reforma Interior.

La operación descrita de San Julián se lleva a cabo ya en este marco legal de ordenación urbana, pero no como resultado del proceso de planificación reglado sino como una intervención de respuesta inmediata a una situación catastrófica en la que unas tramas históricas son tratadas como si fueran unos

“slums” cuyo único destino posible era su total eliminación. De ahí el papel central de la Gerencia de Urbanización del Ministerio de la Vivienda, no sólo para el desarrollo de intervención en sí misma, sino para la ordenación urbanística *ex post* del ámbito, utilizando un instrumento de planeamiento reservado para suelos sin urbanizar, un Plan Parcial en vez de un Plan de Reforma Interior. Un lustro más tarde, el Plan de Reforma Interior del Casco Antiguo, elaborado ya por el Ayuntamiento como administración competente, jugó el papel de justificar a posteriori la operación.

En lo que se nos alcanza, no tenemos constancia de una operación de estas características naturaleza y extensión en ninguna otra ciudad española sobre tramas históricas de origen medieval en el marco de la Ley del Suelo. Y aunque en algunos lugares se intentó, como en el conocido caso del Cabanyal, más tardío y sobre tramas urbanas más recientes (Hervás Más, 2017), nunca se consiguió el borrado total de la trama urbana.

Por su parte, la renovación urbana se entendió en España, en los sesenta, setenta y principios de los ochenta, como una total subordinación de las estructuras físicas, edilicias y de tramas urbanas, al objetivo de las demandas funcionales y sociales de la “modernización” de la ciudad. En este caso no puede hablarse de excepcionalidad, ya que los famosos PERIs de la época se convirtieron en la figura representativa y arquetípica del proceso de destrucción del patrimonio urbano que tuvo lugar en una gran parte de las grandes ciudades históricas españolas (Parejo, 1998). Convergieron para ello de un lado, unas circunstancias políticas de un Estado autoritario y la urgencia por el crecimiento económico y, de otro lado, en la dimensión disciplinar, la posición preminente del movimiento moderno y sus posturas antihistoricistas en torno a la intervención sobre los tejidos urbanos<sup>9</sup>. No debe dejar de mencionarse, en todo caso, qué en ese periodo, fuera de nuestro país había iniciativas tanto desde el lado de la planificación, sobre todo en el caso de Italia con el Plan de Bolonia de 1969, como en el académico e institucional, con la Carta de Amsterdam (1975) y el Coloquio de Quito (1977), que ya estaban asentando un tratamiento protector y de puesta en valor del patrimonio urbano.

Lo que sí puede afirmarse es que en pocos lugares de España este proceso alcanzó las cotas intervención y destrucción que en Sevilla, dónde debido a su extensión el centro histórico se intentó adaptar para seguir siendo el centro funcional y administrativo de la ciudad. Y para ello se puso en juego un Plan de Reforma Interior, con una normativa que, ignorando la condición patrimonial de estos tejidos urbanos, animó a una destrucción de las estructuras físicas, sobre todo en grandes bolsas de suelo, mediante la demolición de inmuebles y la agregación parcelaria, a la vez que se facilitaba la nueva construcción con cambios de uso y aumentos notables de edificabilidad. En definitiva, un planeamiento urbanístico al servicio de intereses económicos, inmobiliarios y de servicios, que provocó una pérdida sustancial del patrimonio urbano de la ciudad.

Finalmente, la rehabilitación urbana, cuyo objetivo básico es llevar a cabo las transformaciones mínimas requeridas en ambas dimensiones, estructural y funcional, para mantener las características del espacio urbano es el tipo de intervención que debe ajustarse a la intervención sobre las tramas históricas como patrimonio urbano. A partir de la década de los ochenta del pasado siglo ya se dan en España todas las condiciones contextuales para que se produzcan el necesario encuentro entre planeamiento urbanístico y protección del patrimonio urbano, con una sociedad plenamente democrática y un marco legal que sí reconocía y establecía la protección planificadora sobre las tramas históricas. Sin embargo, como todo proceso de cambio significativo, éste no se realizó de una manera rápida y sin contradicciones, sino que tuvo largo periodo de ajuste, que en el caso de Sevilla duró dos décadas, hasta principios de este siglo.

Con relativo éxito en lo que suponía detener el proceso de destrucción del patrimonio edilicio (Rodríguez-Lora et al., 2021) de la ciudad histórica, no lo fue tanto en respetar y proteger las tramas urbanas. De hecho, el estudio de los discursos, normativas e intervenciones de los distintos planes analizados en este periodo muestra una aparente aceptación y respeto del patrimonio urbano, pero sin abandonar del todo la idea de la necesidad de la reforma interior como intervención necesaria sobre las tramas históricas. Por ejemplo, la utilización del término rehabilitación fue adoptada desde un principio, pero siempre adjetivada como “integrada”, dando a entender sin tapujos que había que intervenir sobre

<sup>9</sup> Gran parte de estas circunstancias fueron puestas en evidencia de manera coetánea por el arquitecto e historiador Fernando Chueca Goitia. Algunas de las más importantes de estas contribuciones están recogidas en el reciente libro, editado por Asunción Hernández: “Las ciudades históricas y la destrucción del legado urbanístico español. Fernando Chueca Goitia” (2020).

tramas urbanas<sup>10</sup>. En esta perspectiva resulta significativa la constante utilización en los planes (General del 85; Especial de San Luis del 95; General del 2005) de la noción de tramas poco “evolucionadas” para justificar operaciones de intervención de cierto calado sobre las estructuras físicas de carácter patrimonial. No es difícil encontrar en esa noción un eco de los planteamientos del movimiento moderno, que de alguna manera pretendía ignorar o subordinar las exigencias de la protección de las tramas históricas a una visión puramente escolástica y funcionalista, ya anacrónica en esos momentos, de la intervención sobre la ciudad histórica.

En cualquier caso, la operación analizada de San Luis, el valor que tuvo fue el de cerrar un ciclo de intervención de reforma interior sobre la trama y morfología urbana del casco histórico de la ciudad de Sevilla, en la que la condición patrimonial de ésta era secundaria frente a otros criterios de naturaleza económica, pero también disciplinar. Es cierto que hubo otras iniciativas de planificación que intentaron abordar un tratamiento más cuidadoso del patrimonio urbano de la ciudad, pero no será hasta comienzos del presente siglo, con la Ley urbanística regional (2002), con el Plan General de Ordenación Urbana (2005) y la con la nueva Ley de Patrimonio Histórico de Andalucía (2007), cuándo se imponga de forma definitiva la necesaria convergencia en objetivos y medidas entre el planeamiento urbanístico y la protección del patrimonio urbano en el casco histórico de Sevilla

## 5. Conclusiones

Se puede clasificar el estudio abordado en este artículo como una investigación sobre cambio urbano, concretamente en las tramas urbanas históricas. En general, los procesos urbanos son extraordinariamente dinámicos y se han acelerado desde la eclosión de la ciudad industrial, dando lugar a continuos cambios y transformaciones que requieren una atención permanente desde la investigación científica. Pero en demasiadas ocasiones esta atención deja un lado la necesaria vinculación de procesos coyunturales en entornos estructurales y con procesos de larga duración. En el ámbito mediterráneo, las tramas urbanas han constituido, para una mayoría de las grandes y medianas ciudades españolas, el entorno estructural en el que ha discurrido durante siglos la vida de sus habitantes, modificándolo y adaptándolo sucesivamente a las diversas circunstancias históricas por la que ha pasado cada una de ellas. Es en consecuencia un exponente y símbolo de su personalidad y singularidad como *urbs*, pero a la vez como *civitas*, representando por todo ello una parte sustancial de su patrimonio. El proceso de cambio urbano aquí abordado ha sido el análisis de la intervención urbanística en una gran ciudad española durante un largo periodo en el que las pulsiones de cambio estructural y crecimiento económico entraba en colisión con un reconocimiento todavía débilmente asentado de las tramas urbanas como patrimonio.

En efecto, la consideración de las tramas urbanas históricas como un bien patrimonial de primer orden no se asentó ni en la administración cultural ni en el planeamiento urbanístico en España hasta bien avanzado el pasado siglo, concretamente en sus dos última décadas. Hasta entonces, en la perspectiva de la protección del patrimonio histórico, a lo más que se llegaba dentro del concepto de “conjunto histórico-artístico” era a reconocer el valor de los entornos monumentales y a una cierta apreciación de la imagen y el paisaje urbano como expresión de la identidad de la ciudad. Desde la perspectiva del planeamiento urbanístico, las tramas históricas eran vistas fundamentalmente como un obstáculo a la “modernización” de la ciudad, con toda la amplitud de posibles significantes (urbanísticos, infraestructurales, sociales, económicos, etc.) que pueden darse a dicho término. Cuando en España, a mediados del siglo XX, se articula a través de la Ley del Suelo el sistema de planeamiento urbanístico contemporáneo, comienza a desarrollarse un proceso de planificación sobre los suelos urbanos que genéricamente se englobaba bajo el concepto de reforma interior.

El análisis del proceso de planificación urbana en relación a las tramas históricas de la ciudad de Sevilla y de las consecuencias e impactos sobre ella ha permitido constatar que dicho proceso no ha sido uniforme en sus objetivos y contenidos, sino que ha ido evolucionando, al compás de los diferentes contextos políticos y socioculturales, desde planteamientos iniciales que ignoraban la consideración de las tramas históricas como bien patrimonial hasta posiciones que ya implicaban un cierto reconocimiento

---

10 Merece la pena citar el caso de del casco Viejo de Bilbao, en él que había desde 1985 un Área de Rehabilitación Integral, que posteriormente, coetánea con la aquí descrita, se convirtió en Plan Especial de Rehabilitación (1998). Pero a diferencia de Sevilla su objetivo fue adecuarse a lo establecido por la Ley de Patrimonio, con el objetivo, entre otras cosas, de mantener inalterada la trama urbana (Iraegui, 2016, p.22).

de su valor. El amplio recorrido temporal ha permitido evidenciar la presencia y evolución secuencial de los tres modelos de planificación urbana en el centro histórico de Sevilla: la remodelación, la renovación y la rehabilitación.

Junto a ello, como balance de todo el periodo analizado, puede afirmarse que la obligatoria y forzada convivencia instrumental entre el planeamiento urbanístico y la protección del patrimonio urbano no fue beneficiosa para este último. Más bien al contrario, la supeditación de la protección del patrimonio urbano en el planeamiento urbanístico a criterios de interés económico, pero también de base ideológica o disciplinar, permitieron e incluso promovieron un modelo de intervención sobre la trama histórica de la ciudad de Sevilla que dio como resultado una notable pérdida de sus recursos y valores. En muchos sentidos, esta pérdida no fue sustancialmente distinta de la que sufrieron otras muchas ciudades históricas españolas en este periodo (Hernández, *ibidem*), pero sí han podido constarse algunas evidencias de su magnitud y características, que no son fáciles de encontrar en cualquier de esas otras ciudades.

Las razones para este hecho pueden encontrarse precisamente en la gran dimensión del casco histórico y la inexistencia de un ensanche decimonónico de la ciudad, que hizo que dicho casco continuara siendo el centro funcional de la ciudad. La combinación de ambos factores hizo que las presiones inmobiliarias, en un contexto de necesaria modernización de las estructuras físicas y funcionales diera lugar a una destrucción de gran calado de su patrimonio urbano, en su vertiente edilicia, en sus tejidos urbanos y en su ambiente social y paisajístico. Y para ello fue fundamental el papel que jugó el planeamiento urbanístico dentro de un Estado autoritario, completamente al servicio de los intereses inmobiliarios, pero también asumiendo plenamente en el plano técnico qué, para la modernización del casco histórico, su patrimonio urbano era un obstáculo. Más difícil es entender, ya en una sociedad democrática, el empeño claramente disciplinar, en continuar ignorando el necesario respeto, establecido legalmente, a las tramas urbanas históricas y la inercia en continuar trabajando, hasta la última década del siglo XX, con principios y técnicas ya anacrónicas de reforma interior o, como se decía en ocasiones, de rehabilitación integrada.

Una vez asumido, en el ámbito de la conservación patrimonial y de la planificación urbana, un marco común y compartido de principios e instrumentos de intervención, parece lógico, en Sevilla al igual que en cualquier otra ciudad histórica, aprender de las enseñanzas del pasado y avanzar en proteger y realzar su patrimonio urbano. Siguiendo a la Carta de Toledo-Washington, ello debe llevarse a cabo mediante Planes de conservación pluridisciplinarios, estratégicos y participativos, pero a su vez, tal como ha pretendido evidenciar el presente estudio, liberados de la absoluta supeditación administrativa y disciplinar al planeamiento urbanístico, que en tan poca medida ha favorecido, en la mitad del siglo pasado, la protección y correcta ordenación del cambio urbano de las tramas históricas.

## Agradecimientos

Agradezco al Consejo Editorial y a los revisores, sus comentarios y sugerencias, que han contribuido significativamente a la mejora y el ajuste formal del artículo.

## Referencias

- Benevolo, L. (1987). *Historia de la arquitectura moderna*. Gustavo Gili.
- Capel, H. (1973). *Capitalismo y morfología urbana en España*. Libros de la Frontera.
- Castillo, M.A. (Ed.). (1998). *Centros históricos y conservación del patrimonio*. Fundación Argentaria-Visor.
- Collantes de Terán, F., & Gómez Estern, L. (1985). *Arquitectura civil sevillana*. (2nd ed.). Ayuntamiento de Sevilla.
- Díaz Parra, I. (2008). Plan Especial de Protección del casco histórico de Sevilla. ¿Plan de protección o plan de reforma interior?. *Espacio y Tiempo*, 22, 67-84. <http://hdl.handle.net/11441/17264>
- Feria Toribio, J.M. (1983). *The Urban Renewal Process in Seville (1956-1975)*. Professional Project, University of Pennsylvania. [https://www.researchgate.net/publication/358461548\\_The\\_urban\\_renewal\\_process\\_in\\_seville\\_1956-1975](https://www.researchgate.net/publication/358461548_The_urban_renewal_process_in_seville_1956-1975)
- Feria Toribio, J.M. (Coord. & Dir.). (2021). *Sevilla. Historia de su forma urbana*. Editorial de la Universidad de Sevilla.
- Fernández Salinas, V. (1992). *La reforma interior de Sevilla entre 1940 y 1959*. Universidad de Sevilla, Consejería de Obras Públicas y Transportes.
- García Herrera, L.M., Smith, N., & Mejías Vera, M.A. (2007). Gentrification, displacement, and tourism in Santa Cruz de Tenerife. *Urban Geography*, 28(3), 276-298. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.28.3.276>
- García Jaén, P. (1998). Aplicaciones de la iniciativa comunitaria Urban. *BAGE*, (26), 191-206. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1318638>
- García Tapial, J. (1997). El Plan Especial del Conjunto Histórico de Sevilla: los Planes Especiales de San Luis y Triana. In *Jornadas sobre experiencias de planeamiento en centros históricos* (pp. 183-204). Junta de Andalucía, Consejería de Obras públicas y Transportes.
- Gerencia de Urbanismo. (1985). Avance del Plan General de Ordenación Urbana. Ayuntamiento de Sevilla.
- Godard, F. (Ed.). (1973). *La renovation urbaine a Paris*. Mouton. <https://doi.org/10.1515/9783111534510>
- Gonzalez-Varas, J.I. (2015). La conservación – transformación de los conjuntos históricos: una revisión desde la dimensión metropolitana. *Rev. Ciudad y Territorio*, 47(184), 213-218. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76405>
- Hauser, P.H. (1882). *Estudios médicos-topográficos de Sevilla acompañados de un plano sanitario-demográfico y 70 cuadros estadísticos*. Tipográfica del Circulo Liberal.
- Hernández, A. (Ed) (2020). *Las ciudades históricas y la destrucción del legado urbanístico español*. Fernando Chueca Goitia. Editorial Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Hervás Más, J. (2017). El Barrio del Cabanyal-Canyameral de Valencia: Historia y Futuro. *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales (CyTET)*, 49(191), 81-97. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/76528>
- Huete Garcia, M.A., Merinero Rodríguez, R., & Muñoz, R. (2016). Urban regeneration policy from the Integrated Urban development in the European Union: an analytical approach based on the study of Spanish cities. *Local Government Studies*, 42(2), 267-286. <https://doi.org/10.1080/03003930.2015.1110520>
- Iraegui, E. (2016). *Conceptos de rehabilitación urbana. El caso del PER del casco viejo de Bilbao* (Memoria de TFM). Universidad del País Vasco. [https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/21229/TFG\\_IraeguiCuentas.pdf?sequence=1](https://addi.ehu.es/bitstream/handle/10810/21229/TFG_IraeguiCuentas.pdf?sequence=1)
- Moya González, L., & Díez De Pablo, A. (2012). La intervención en la ciudad construida: acepciones terminológicas. *Urban*, (4), 113-122. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4974977>
- Parejo, L. (1979). *La ordenación urbanística. El periodo 1956-1975*. Editorial Montecorvo.
- Parejo, L. (1998). La protección del patrimonio histórico y la ordenación urbanística. In M.A. Castillo (Ed.), *Centros históricos y conservación del patrimonio* (pp. 11-33). Fundación Argentaria-Visor.
- Pavón, B. (1992). *Ciudades hispanomusulmanas*. Mapfre Editorial.

- Plan General de Ordenación Urbanística de Sevilla (2005). [https://web.urbanismosevilla.org/planeamientopgou/pdfs/01\\_TR\\_M\\_INFORMACION/01\\_TR\\_MI\\_00\\_INICIO\\_TI.PDF](https://web.urbanismosevilla.org/planeamientopgou/pdfs/01_TR_M_INFORMACION/01_TR_MI_00_INICIO_TI.PDF)
- Plan de Reforma Interior del Casco Antiguo de Sevilla (1968). Ayuntamiento de Sevilla.
- Pol, F. (1978). Bolonia: la experiencia de apropiación colectiva del centro histórico. *COAM. Revista de Arquitectura*, (212), 44-53.
- Quirós, F. (1991). *Las ciudades españolas en el siglo XIX*. Ediciones Ámbito.
- Rodríguez-Lora, J.-A., Navas-Carrillo, D., & Pérez-Cano, M. T. (2021). El patrimonio contemporáneo en la ciudad histórica de Sevilla. La protección del Movimiento Moderno (1925-1975) desde el planeamiento urbanístico. *Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana*, 13, 1-20. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.012.e20200153>
- Sambricio, C. (Ed.). (1996). *La Historia Urbana*. Marcial Pons.
- Terán, F. (1982). *Planeamiento urbano en la España contemporánea (1900-1980)*. Alianza.
- Terán, F. (1996). Evolución del planeamiento urbanístico (1846-1996). *Ciudad y Territorio. Estudios territoriales (CyTET)*, 28(107-108), 167-184. <https://recyt.fecyt.es/index.php/CyTET/article/view/84124>
- Terán, F. (1999). *Historia del urbanismo en España. Siglos XIX y XX*. Cátedra.
- Troitiño Vinuesa, M.A. (2005). Protección y Recuperación Funcional de Centros Urbanos. *Formas de arquitectura y arte*, (10), 12-19.

Cita bibliográfica: Galiana Martín, L. (2022). La operación *Madrid Río* y sus efectos en términos de selección socio-demográfica. *Investigaciones Geográficas*, (78), 215-238. <https://doi.org/10.14198/INGEO.21122>

# La operación *Madrid Río* y sus efectos en términos de selección socio-demográfica

*Madrid Río project and its effects in terms of socio-demographic selection*

Luis Galiana Martín<sup>1</sup> 

## Resumen

La remodelación de la autopista M-30, tunelizando su trazado a lo largo del río Manzanares, ha permitido crear una nueva zona verde sobre los terrenos liberados del tráfico: *Madrid Río*. Tras su inauguración en 2011, la denuncia sobre los posibles efectos gentrificadores sobre los barrios adyacentes ha sido recurrente. El artículo pretende mostrar si la producción de renta urbana diferencial propiciada por la mejora ambiental ha generado un proceso de renovación-sustitución de la población residente. Para ello se aborda el análisis de los cambios socio-demográficos y de la evolución del nivel de renta experimentado en su entorno más próximo a nivel de sección censal. Los resultados demuestran que los cambios están estrechamente vinculados con las características del tejido residencial preexistente, respondiendo a procesos urbanos más amplios (renovación de antiguas zonas industriales, incremento de la multiculturalidad en relación con la reciente oleada inmigratoria) más que a efectos directamente atribuibles a la operación. Frente a la generalizada interpretación de estos procesos bajo la narrativa de la gentrificación, la importancia de la geografía del parque residencial (expresada en términos de localización y atributos físicos y sociales) es determinante para encontrar argumentos explicativos al proceso de selección socio-demográfica.

**Palabras clave:** Madrid; gentrificación; remodelación de infraestructuras; urbanismo neoliberal.

## Abstract

The rerouting of the M-30 urban freeway with the construction of a tunnel along the Manzanares River has allowed the creation of a new green area in the vacated space: *Madrid Río*. The possibility of the gentrification of nearby neighbourhoods has been repeatedly raised following the inauguration of the park in 2011. This article aims to show if the differential urban income process generated by the renewal of the infrastructure has triggered the substitution of the former residents. An analysis has been made of the sociodemographic changes and the changes in family income at block level. The results show that social changes are closely related to the characteristics of the pre-existing residential fabric, responding to broader urban processes (renovation of old industrial areas, increased multiculturalism in relation to the recent wave of immigration) rather than directly attributable effects of the rerouting of the freeway. Faced with the generalized interpretation of these processes under the gentrification narrative, the importance of the geography of the housing stock (expressed in terms of location and physical and social attributes) is decisive in finding explanatory arguments for the sociodemographic selection process.

**Keywords:** Madrid; gentrification; freeway removal; neoliberal urbanism.

<sup>1</sup> Departamento de Geografía. Universidad Autónoma de Madrid, España. [luis.galiana@uam.es](mailto:luis.galiana@uam.es)

## 1. Introducción

### 1.1. Remodelación de grandes infraestructuras y derecho a la ciudad

La generalización de proyectos de remodelación de grandes infraestructuras de transporte, y el consecuente desarrollo de grandes operaciones de renovación urbana, constituye un referente de la agenda urbana a nivel mundial (Swyngedouw et al., 2002). Se insertan en una forma de gestión de la ciudad que intensifica las dinámicas de valoración inmobiliaria y del suelo, en el marco de estrategias de reposicionamiento de las ciudades en la economía global (Hackworth, 2007). Constituyen un modelo de construcción urbana basado en la fuerte inversión de las plusvalías colectivas (Morcillo Álvarez, 2015), desencadenante de operaciones que implican una transformación radical de la imagen urbana, con efectos en el equilibrio social y territorial de la ciudad (Brandis García, 2018; Díaz Orueta, 2015).

Durante el siglo XXI se asiste a una nueva generación de proyectos, agrupados en diferentes categorías (regeneración de frentes portuarios, recuperación de antiguas zonas industriales), de carácter más amable al minimizar desplazamientos por no afectar a zonas residenciales (Díaz Orueta & Fainstein, 2008). Además de por su contribución a la ampliación de la base económica urbana y su competitividad, estos proyectos buscan su justificación en la mejora ambiental que introducen, con lo que ello supone de recuperación, para la ciudad y sus ciudadanos, de espacios públicos segregados hasta ese momento (Díaz Orueta, 2015). Utilizan igualmente el discurso del desarrollo urbano sostenible y la preocupación por el medio ambiente en el desarrollo del *derecho a la ciudad* (Busquet & Garnier, 2011).

Estas justificaciones obvian, evidentemente, los posibles efectos de desposesión sobre las capas más populares que estas grandes obras puedan desencadenar. Esta lectura de la remodelación de grandes infraestructuras, como avance en la recuperación del *derecho a la ciudad*, entra en abierta contradicción con los movimientos de *destrucción creativa* del proceso de urbanización (Brenner, 2009), y con la formulación original del concepto y su reinterpretación más ortodoxa (Harvey, 2012). Planteamientos que, por el contrario, manejan el concepto de *acumulación por desposesión* de Harvey: en su búsqueda de rentas, la reestructuración urbana cataliza procesos más amplios, entre ellos, la negación del derecho de las clases populares a vivir en entornos centrales revalorizados (Vannuchi & van Criekingen, 2015).

La interpretación de los efectos sociales indeseados sobre los ámbitos urbanos adyacentes a las grandes operaciones públicas de remodelación de infraestructuras, y de regeneración ambiental y urbana del espacio afectado, ha sido realizada, de manera dominante, bajo el paraguas de la narrativa de la gentrificación, considerada en su más amplio sentido de recualificación social (Lees et al., 2016). Sería un efecto indirecto del proceso, desencadenado por la brecha de renta (*rent gap*) provocada por el alza del valor del suelo y del resto de productos inmobiliarios, que, a largo plazo, llevaría a una progresiva sustitución de los usos originales por otros más lucrativos y a un aumento del nivel social (Smith, 1979).

Si el objetivo principal de estos proyectos es obtener una mayor rentabilidad social y económica y revalorizar el suelo urbano, la producción de renta urbana es fundamental para estas estrategias de reurbanización (Swyngedouw et al., 2002). Ello lleva a la estimación de quiénes son los beneficiarios de la misma. La teoría de la brecha de renta (*rent gap theory*) proporciona argumentos para explicar el “despojo de la renta del suelo”, una forma estructural de desplazamiento social y de exclusión (López-Morales, 2011 & 2013). Sin embargo, la captura de esta renta puede ser realizada por múltiples agentes urbanos (incluyendo a pequeños propietarios residentes), que muestran, no obstante, una desigual capacidad para ello, y que explica que no en todos los casos la brecha de renta genere gentrificación y desplazamiento (Lees et al., 2016).

### 1.2. Desigualdad social y segregación urbana

Los posibles efectos de expulsión, directa o indirecta, generados por los grandes procesos de remodelación infraestructural se enmarcan en dinámicas más amplias de incremento de la desigualdad social y de la segregación urbana. Las desigualdades sociales en el espacio, los procesos de segregación y, en general, la dimensión clasista de la urbanización y del urbanismo han sido objeto de atención y de investigación preferente por parte del pensamiento crítico urbano (Busquet & Garnier, 2011). En esta línea, los estudios enfocados hacia el análisis conjunto de las dinámicas de producción de la ciudad capitalista y de la segregación espacial (Gintrac, 2013), han experimentado un considerable auge ante el consenso sobre el agravamiento de las desigualdades espaciales (García-Hernández, 2020).



Esta progresiva desigualdad socio-económica, y su correlato en términos de segmentación espacial, es igualmente interpretada como resultado del proceso de globalización económica. Para las ciudades del sur de Europa, se habla de modelos de ciudad específicos, que muestran como el aumento progresivo de la desigualdad social se traduce con el paso del tiempo en mayores niveles de segregación residencial (Tammaru et al., 2020).

La segregación se traslada al territorio a través de los mecanismos del mercado de vivienda, lo que hace que el comportamiento de los grupos sociales de mayor solvencia condicione en buena medida el resultado final (Rodríguez, 2014). La cuestión clave es la producción de valor espacial diferencial, y la capacidad de apropiarse del mismo (Lees et al., 2016). No obstante, otros factores (culturales, institucionales) condicionan igualmente el funcionamiento de ese mercado. Junto a procesos de recualificación social producto de la sustitución por clases de mayor estatus de zonas populares, se asiste simultáneamente al incremento de la multiculturalidad en otros ámbitos, resultado de los amplios movimientos migratorios internacionales, que los frenan.

Ante el incremento de la desigualdad social de manera global, los estudios sobre segregación urbana intentan demostrar sus efectos en términos de redefinición de la geografía social de la ciudad, valorando los efectos sobre los grupos más vulnerables de las transformaciones urbanas más recientes (Soja, 2000; Smith, 2010). En el contexto español, el proceso evolutivo de sus áreas metropolitanas desde 1996 hasta la actualidad apunta un claro cambio de tendencia que se inicia con la crisis de 2008. Oriol Nel.lo demuestra que, a partir de esa fecha, y para el caso del área metropolitana de Barcelona, se produce un incremento de las desigualdades y la segregación urbana. Como resultado del agravamiento de las desigualdades se acentúa la tendencia de los grupos sociales a separarse entre sí en función de la renta (Nel.lo, 2018), en un proceso que se pueden hacer extensible a otras ciudades europeas (Tammaru et al., 2015).

Aunque hasta hace poco tiempo se denunciaba un déficit de investigación sobre el incremento de la segregación socio-económica en las ciudades europeas, las conclusiones que se tienen hasta el momento apuntan a que las áreas metropolitanas europeas se están dividiendo cada vez más, con una separación espacial entre los más acomodados y los más pobres cada vez mayor, acompañando las crecientes disparidades de renta (Musterd et al., 2017). El modelo de *juntos pero desiguales* evoluciona hacia el de *distantes y desiguales* ante el declive de la mezcla social (Sorando & Leal, 2019), poniendo fin a un modelo específico del sur de Europa en el que altos niveles de desigualdad socioeconómica no se traducían en niveles de segregación residencial equivalentes (Maloutas & Fujita, 2012).

### 1.3. La práctica y efectos del freeway removal

A principios de los años 1970 se inició la construcción de la vía de circunvalación M-30, cuyos primeros tramos (oriental, a lo largo del arroyo Abroñigal, y occidental, siguiendo el trazado del río Manzanares) fueron abiertos al tráfico en 1974. En ese mismo año de 1974 en Portland (Oregón, EEUU), se decidió el cierre y demolición de la autopista elevada *Harbor Drive*, junto al río Willamette, para dar paso a la construcción del parque *Tom McCall Waterfront* (Napolitan & Zegras, 2008). Esta anecdótica coincidencia ilustra el desfase temporal existente en la evolución de las prioridades sobre el encaje de las autopistas en la ciudad, constituyendo el primer antecedente de los innumerables proyectos de regeneración urbana generados por la supresión de este tipo de infraestructuras.

La actuación de Portland adquirió un valor emblemático. Suponía un paso más en el movimiento de contestación contra la creación de nuevas autopistas urbanas iniciado en EEUU en la década anterior, y que había conseguido detener algunos proyectos en San Francisco, Boston, Nueva York o Washington (Billings et al., 2013; Napolitan & Zegras, 2008; Weber, 2018). Era el resultado de un cambio de actitud en las ciudades americanas, respuesta a la generalización de vías de tráfico segregadas de alta capacidad en pleno centro urbano durante los años 1950 y 1960, y a su negativo impacto en la habitabilidad.

Junto a esta creciente sensibilidad hacia la habitabilidad y la forma urbana, razones más pragmáticas ayudan también a entender el inicio de un movimiento generalizado de supresión de tramos de autopista en zonas urbanas en EEUU. Buen número de estas infraestructuras, con frecuencia elevadas, necesitaban abordar un costoso proceso de remodelación al haber alcanzado el fin de su vida útil (Billings et al., 2013; Napolitan & Zegras, 2008). En algunos casos, se había producido su destrucción accidental (terremoto de Loma Prieta en San Francisco en 1989; colapso de la *West Side Highway* en Nueva York en 1973,

demolida en 1989). Por otra parte, la paralización de muchos proyectos de autopistas urbanas condujo a la discutible funcionalidad de algunos tramos, que habían quedado desconectados del sistema de alta capacidad (Piatkowski, 2011; Weber, 2018).

De tal manera que, en los años 1990, se consolida una idea emergente: eliminar secciones obsoletas dentro del tejido urbano para suprimir barreras y liberar terrenos urbanizables. Una idea económicamente atractiva, pues evitaba el alto coste de reconstrucción o remodelación, al tiempo que posibilitaba interesantes procesos de revitalización urbana (Billings et al., 2013; Masenten, 2004). El reemplazo de las autopistas elevadas afectadas por el terremoto de Loma Prieta (1989) en San Francisco por bulevares en superficie, transitados por tranvías, con vías ciclistas y extensas zonas peatonales, proporcionó, con su cuidado diseño y espectacular transformación del paisaje urbano, la imagen de referencia (Cervero et al., 2009).

Sin embargo, según reconocen los ganadores del concurso para el proyecto *Madrid Río*, sus modelos fueron otros: el *Big Dig* de Boston y la autopista *Cheonggye* en Seúl (Burgos et al., 2011 & 2014).

El *Central Artery/Tunnel Project* (más conocido como *Big Dig*) de Boston constituye, efectivamente, una experiencia más próxima, al tratarse no de la supresión sino del enterramiento de un tramo especialmente conflictivo, en el marco de un megaproyecto de remodelación del sistema de autopistas metropolitano acometido entre 1991 y 2007 (Massachusetts Department of Transportation, s.f.). La *Central Artery*, autopista elevada inaugurada en 1959 que atravesaba el *downtown*, dio paso al *Rose Fitzgerald Kennedy Greenway*, un parque lineal que ha permitido reconectar los barrios históricos del centro de Boston. En Seúl, la autopista urbana de los años 1970 sobre el arroyo *Cheonggyecheon* ha sido eliminada, restaurando el cauce y dando paso a un corredor recreativo en un tramo de 5,8 km. Inaugurado en 2005, constituye el eje fundamental de un amplio proyecto de revitalización urbana del centro de la ciudad (Cho, 2010; Lim et al., 2013).

Siguiendo con estos dos últimos ejemplos, la principal línea de valoración del impacto asociados a estos procesos de regeneración urbana se ha realizado en términos de gentrificación (Tajima, 2003; Cervero, 2009; Cervero et al., 2009; Kang & Cervero, 2009; Lim et al., 2013). Tajima realiza una estimación de los beneficios derivados de la obtención de nuevos espacios abiertos en Boston, examinando su distribución entre los actores urbanos (Tajima, 2003). Para ello utiliza el modelo de precios hedónicos, obteniendo los diferenciales de precios en relación con la proximidad al *Rose Kennedy Greenway* (positivos) y a la antigua autopista (negativos). Más allá de las ganancias inesperadas obtenidas por los propietarios a través de los efectos de capitalización, los datos obtenidos sugieren que el aumento de precios de la propiedad causado por la mejora ambiental puede afectar negativamente a los grupos minoritarios de bajos ingresos (asiáticos y afro-americanos) que viven mayoritariamente en viviendas en alquiler y verán aumentadas sus rentas. Resultados que coinciden y avalan similares conclusiones en relación con el entorno de *Cheonggyecheon* en Seúl (Kang & Cervero, 2009). Por su parte, a través del análisis de cambios de uso del espacio edificado, Lim et al. (2013) hablan de gentrificación comercial, con un acelerado desplazamiento de la pequeña industria del revalorizado centro de Seúl por los usos terciarios.

Junto con la eliminación de barreras físicas y la mejora ambiental derivada de un menor tráfico urbano, la creación de zonas verdes en el centro de la ciudad ha sido considerada habitualmente uno de los aspectos positivos de estos proyectos de remoción, ampliamente bendecida desde el urbanismo progresista (Connolly, 2019). No faltan, sin embargo, voces críticas que alertan sobre sus efectos perversos, con análisis centrados en los procesos de gentrificación urbana facilitados por la creación o restauración de un equipamiento ambiental. La perspectiva de la gentrificación verde es un contra-discurso que pretende demostrar el coste social de las políticas de *urban greening* y cómo los esfuerzos para mejorar el medio ambiente, enmarcados con frecuencia en la creación de espacios neoliberales arquetípicos (Loughran, 2014), pueden aumentar las desigualdades sociales (Gould & Lewis, 2017; Connolly, 2019; Anguelovski et al., 2019). Si bien, como señalan Anguelovski et al. (2019), el *enverdecimiento* no siempre produce estos procesos, y es importante desenredar dónde, cuándo y por qué ocurre la gentrificación verde.

#### 1.4. La operación Madrid Río

*Madrid Río*, un megaproyecto llamado a mejorar la imagen de Madrid y su posicionamiento global, encaja perfectamente en los procesos de redefinición urbana propios del urbanismo neoliberal, otorgando el protagonismo a la gran obra pública y recuperando uno de los espacios más emblemáticos de la ciudad.

Se ha señalado la capacidad de influencia sobre la política urbana ejercida por las grandes empresas constructoras (Díaz Orueta, 2015), en un complejo y turbio cruce de intereses, en la instauración de un modelo de construcción basado en la inversión de las plusvalías colectivas en la ciudad. El resultado final es un elevado endeudamiento argumentado en el discurso de la excelencia y el prestigio de la centralidad urbana (Morcillo Álvarez, 2015; Garrido Colmenero, 2017).

En un periodo de extraordinaria bonanza económica, la urgente necesidad de reformar la autopista se presentó como un ejercicio de modernización, aumentando su capacidad y tunelizando buena parte de sus trazados, al tiempo que se mejoraba la habitabilidad: la vieja M-30 daba paso al proyecto *Madrid Calle 30*<sup>2</sup>. El parque lineal de más de 6 km a lo largo del Manzanares es consecuencia de la actuación sobre su tramo occidental<sup>3</sup>, que se prolonga hacia el oeste en un bulevar de 1,5 km en la Avenida de Portugal gracias al túnel en el enlace con la Autovía del Suroeste. El proceso de gestión e ingeniería financiera utilizado por el ayuntamiento dificulta conocer con precisión el coste final del conjunto de la obra (nunca declarado), que se ha calculado en 6.300 millones € (Díaz Orueta, 2015), pero que podría ascender a 12.000 millones € si se contabilizan los gastos derivados del modelo de financiación (Gago Llorente, 2013).

*Madrid Calle 30* fue el proyecto estrella de la primera legislatura del alcalde Ruiz Gallardón. A pesar de la magnitud de la obra, y del endeudamiento a largo plazo que generó para el ayuntamiento, salió adelante sin consenso, con la oposición de la izquierda municipal, fuertes críticas profesionales y una amplia contestación del movimiento ecologista y vecinal, centrada en los problemas de contaminación asociados al aumento del tráfico (Coca Leicher & Fernández Alonso, 2011; Mollá Ruiz-Gómez, 2013).

Sorprende más, si cabe, la ausencia de un verdadero debate frente a la oportunidad abierta por el soterramiento de la autopista. *Madrid Río* fue el resultado sobrevenido de un proyecto ingenieril marcadamente sectorial. Tras su finalización, en 2011, no ha habido grandes esfuerzos por redefinir la zona adyacente después de la intervención. Efectivamente, como defienden los autores del proyecto, se trata de un proceso eminentemente arquitectónico, que reacciona con el contexto en el que opera (Burgos et al., 2014). En este caso, hacer de la fachada occidental la imagen representativa de Madrid, retomando el ideario de Pedro Bidagor en su Plan de 1941.

Culmina de esta manera, por el momento, la intervención sobre el río, prolongada durante un siglo con diferentes objetivos. En 1908, y ante su deplorable estado, el Estado se hizo cargo de las obras de saneamiento, canalización, mejora y urbanización de sus márgenes, ejecutándose el proyecto en su contenido hidráulico entre 1914 y 1925<sup>4</sup>. El plan de extensión de Madrid de 1929 reservaba una gran zona verde para la ciudad junto al río, respetada en el Plan Bidagor de 1941; enlazando con el Abroñigal, formaría parte del primer anillo verde, contribuyendo a la formación de la *fachada imperial* de Madrid en la cornisa sobre el Manzanares. Sin embargo, lo que el proyecto de *Canalización del Manzanares* de 1943 definió fue una gran operación inmobiliaria, aplicando la técnica de franjas laterales de expropiación propio de la reforma interior. Se liquidó así el primer anillo verde, planteándose la parcelación y urbanización de los terrenos adyacentes como solución financiera complementaria (Azurmendi Pérez, 1977). Posteriormente, la Avenida del Manzanares, eje longitudinal de la actuación, sirvió, junto a las zonas verdes definidas, para dar cabida a la M-30.

Actualmente, la zona en la que se inserta *Madrid Río* presenta un predominio del uso residencial. La homogeneidad y continuidad de la margen derecha del río es consecuencia de la actuación definida por *Canalización del Manzanares*, a través de la progresiva edificación de los solares resultantes entre 1950 y 1970 (Coca Leicher & Fernández Alonso, 2011). La margen izquierda es mucho más discontinua, especialmente en el distrito de Arganzuela. La profunda renovación urbana de este sector del ensanche sur, todavía inacabada<sup>5</sup>, hace que vayan sucediéndose manzanas procedentes de la parcelación derivada de la canalización del río con sectores residenciales de reciente construcción, que sustituyen antiguas zonas industriales, junto con grandes equipamientos y pequeños enclaves terciarios.

---

2 El proyecto de 2003 preveía una inversión de 3.900 millones €. Las nuevas secciones de construcción de carreteras totalizaban 99 km, 56 km de los cuales en túneles (Ayuntamiento de Madrid, 2006).

3 En 2020, con el derribo del estadio Vicente Calderón, se ha eliminado el último obstáculo para la finalización del parque. Hasta ese momento, la calzada en dirección norte seguía circulando en superficie en una longitud de aproximadamente 600 m.

4 Carente de conservación, tras la Guerra Civil el encauzamiento estaba semiderruido en buena parte de su trazado (Fuentes López, 1958).

5 Actualmente se está ejecutando la gran operación inmobiliaria *Mahou-Calderón*, que afecta las antiguas instalaciones de la cervecera y al anterior estadio del Atlético de Madrid. Sobre una superficie de 19,4 ha, se desarrollarán 132.345 metros cuadrados edificables destinados a uso residencial (Ayuntamiento de Madrid, 2019).

### 1.5. Hipótesis de partida, objetivos específicos y área de estudio

La mejora de la habitabilidad que experimentaron los barrios junto a la operación, y el mayor atractivo de las antiguas zonas industriales que aún permanecían sin renovar en sus inmediaciones, ha supuesto un evidente proceso de producción de renta diferencial urbana, en un ámbito de gran centralidad. Inmediatamente se ha generado una narrativa que denuncia el inicio de una gentrificación apoyada en la fuerte inversión de capital público y en la generación de un capital simbólico objeto de mercantilización (García Pérez, 2014; Feinberg & Larson, 2019; Pérez Toledo, 2020). Sin embargo, no existen evidencias empíricas que demuestren un amplio proceso de recualificación social en la zona.

En este contexto, la principal pregunta de investigación que se plantea es: ¿ha desencadenado *Madrid Río* un proceso de gentrificación en el área próxima a la nueva zona verde? La hipótesis de trabajo es que, hasta el momento, la operación no ha provocado un proceso generalizado de recualificación social, expresado en apreciables movimientos de sustitución de la antigua población residente. Los cambios advertidos se explican por la progresiva segmentación social del espacio urbano y de la segregación residencial en el mismo. Las nuevas pautas de valoración, incentivando o frenando los procesos de gentrificación, son muy dependientes del tejido urbano preexistente, muy en particular de las características del parque de viviendas (antigüedad, calidad, tamaño) y de la población que lo utiliza (autóctonos, inmigrantes), más que achacables al efecto generado por el nuevo parque.

Para la confirmación de esta hipótesis de trabajo, la investigación plantea tres grandes objetivos:

- i. **Establecer y caracterizar los cambios socio-demográficos derivados de la inauguración de *Madrid Río*.** Se persigue determinar y caracterizar la incorporación de nuevos residentes y su influencia en el contenido social; igualmente comprobar las diferencias con la evolución demográfica del municipio de Madrid.
- ii. **Determinar la variación espacial y temporal del nivel de renta experimentado antes y después de la operación, y que puede ser atribuido a la misma.** Se recurre a esta variable por constituir la aproximación más privilegiada a la jerarquía socioeconómica, en directa relación con la segregación residencial (Jiménez & Donat, 2018).
- iii. **Vincular las dinámicas demográficas y socio-económicas con las características del tejido urbano preexistente, en particular con la de su parque de viviendas.** En el espacio afectado coexisten distintos tejidos residenciales, de muy diferente calidad y valor de mercado.

## 2. Metodología

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio es el entorno residencial más próximo a *Madrid Río*. Se parte del ámbito definido por el *Plan Director de Rehabilitación del Entorno del Río Manzanares (PDRM 2010)*<sup>6</sup>, eligiendo la sección censal como unidad básica de análisis. La decisión de ajustarse a las secciones censales del año 2000, permitiendo de esa manera seguir la evolución temporal de determinadas variables desde esa fecha, ha obligado a efectuar leves modificaciones en la delimitación original del PDRM 2010. Constituye una delimitación que se justifica, además, por el interesante volumen de información (urbanística, social, sobre el estado de la edificación, entre otras), referida a un momento próximo a la inauguración de *Madrid Río*, que el PDRM 2010 aporta.

En un contexto más amplio, conviene detenerse en algunas de las características generales del ámbito urbano donde se sitúa *Madrid Río*: un área periférica al casco urbano que está redefiniendo su papel en la ciudad. Esto es particularmente notorio en el caso de los distritos de Usera y Arganzuela (Brandis & del Río, 2000; Fernández Alonso & Paredes, 2014). El planeamiento general de la ciudad (1997), que no contemplaba en modo alguno esta gran operación de renovación urbana, ha acompañado y alentado el proceso de vaciamiento industrial y transformación residencial operado en los ámbitos más próximos, especialmente en los distritos ya señalados. Igualmente, ha propiciado la paulatina incorporación de las piezas arquitectónicas más interesantes a equipamientos singulares (*Matadero Madrid*) o usos terciarios (Mercado de Legazpi), contribuyendo significativamente a la progresiva centralidad del ámbito.

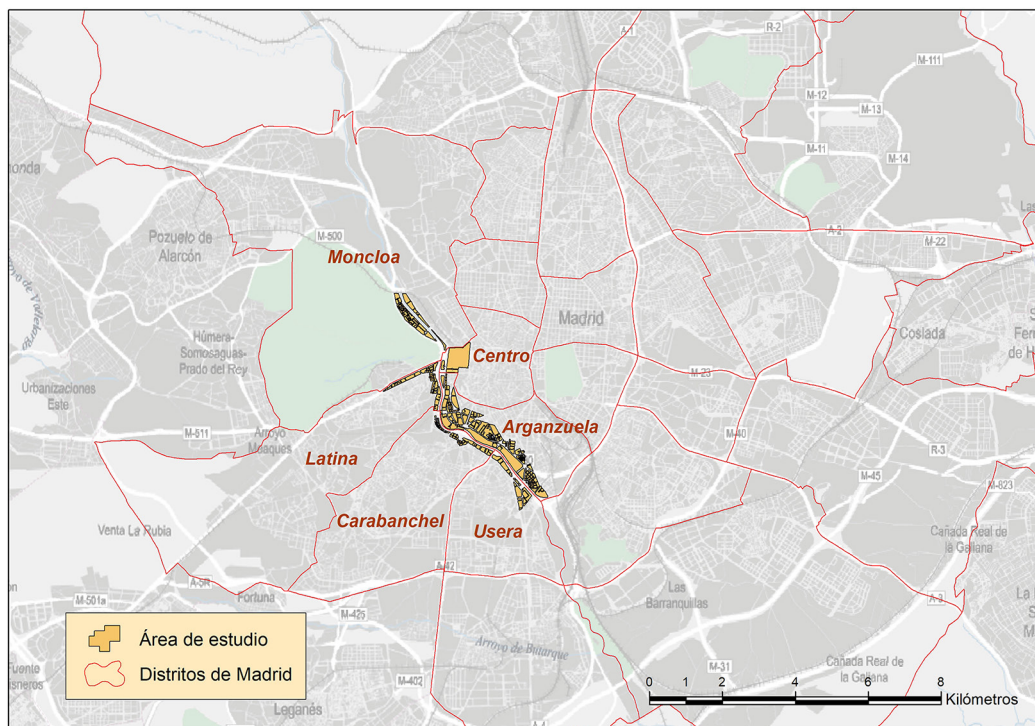
<sup>6</sup> Plan municipal que intentó promover una estrategia sistematizada de rehabilitación de la edificación residencial, comercial y terciaria que forma el frente del río Manzanares y la Avenida de Portugal. En el Plan se definen las directrices para la mejora de las edificaciones existentes, intentando generar una escena más cuidada sobre las nuevas zonas verdes (Ayuntamiento de Madrid, 2010).

## 2.2. Contextualización espacio-temporal

El análisis de la posible incidencia de *Madrid Río* sobre su entorno se realiza desde una contextualización espacio/temporal más amplia, en el marco de tres grandes procesos que afectan al conjunto del ámbito metropolitano:

- La dinámica de descentralización/recentralización propia de un espacio metropolitano maduro como Madrid. El cambio de tendencia demográfica que desencadenó la llegada de inmigrantes a partir de 1996 puso fin a la pérdida de población de su municipio central (en 2010 se recupera el máximo anterior, de 1975). Esta aparente recentralización, de acuerdo con el modelo definido para las ciudades europeas por Cheshire (1995), no debe ocultar que la descentralización siguió siendo el proceso dominante en aquellos años de intenso crecimiento, cuando continuó la pérdida neta de población autóctona (Galiana Martín & Vinuesa Angulo, 2012). Con la crisis de 2008, y posterior recuperación a partir de 2014, se inicia un periodo de mayor volatilidad de los saldos migratorios y del signo del crecimiento demográfico, acompasados ambos de manera automática a la coyuntura económica, y, en general, un decrecimiento del proceso de suburbanización y de la movilidad residencial (Bayona-I-Carrasco et al., 2018; Pozo Rivera & Rodríguez Moya, 2018).
- Los efectos de la inmigración exterior reciente en la dinámica de los espacios urbanos. La llegada de inmigrantes en búsqueda de alojamiento con alquileres moderados llevó a su concentración en las bolsas de vivienda de bajo nivel constructivo del periodo 1950-1970, facilitando el traslado de los antiguos propietarios y alimentando la descentralización de la población autóctona (Nel.lo, 2004; Leal & Sorando, 2015; Donat, 2018). Dinámica que en este caso afectó especialmente a extensos sectores de los distritos de Latina, Carabanchel, Usera y Arganzuela, atenuándose con el inicio de la crisis de 2008.
- La evolución general de la segregación espacial en la ciudad. Diversos autores han señalado cómo durante el periodo analizado, y al igual que en otras ciudades europeas (Hochstenbach & Musterd, 2018; Musterd et al., 2017), se consolida en Madrid un modelo de segregación residencial con pautas espaciales nítidas, resultado del diferente comportamiento de los distintos grupos sociales diferenciados por su nivel de renta (Leal & Sorando, 2015; Sorando & Leal, 2019; López et al., 2020; Donat, 2018; Tammaru et al., 2020).

Figura 1. Delimitación del ámbito de estudio



Elaboración propia

En cuanto al rango temporal, se establece una evolución desde el año 2000 hasta el 2019, estableciendo algunos hitos intermedios para contrastar la posible incidencia de la actuación en diferentes coyunturas económicas.

### 2.3. Cambios socio-demográficos y variación del nivel de renta

El análisis demográfico por secciones censales con los datos del *Padrón municipal de habitantes* suministrados por el Ayuntamiento de Madrid y el Instituto de Estadística de la Comunidad de Madrid constituye la primera aproximación a los procesos sociales y urbanos en la zona. El análisis utiliza las variables más simples (evolución de la población entre 2000 y 2019, composición por edades), diferenciando siempre entre nacidos en España y en el extranjero, y comparando los resultados con el comportamiento del conjunto del municipio de Madrid.

La dinámica demográfica se relaciona con la evolución y características del parque de viviendas (número de viviendas, antigüedad) mediante representaciones cartográficas pareadas. Para ello se utiliza la información procedente de los *Censos de Población y Vivienda (2001 y 2011)*, del Instituto Nacional de Estadística (INE), y el *Catastro Inmobiliario* (para los años 2008 y 2020) de la Dirección General del Catastro.

En cuanto a la variación del nivel de renta, se ha comparado la situación en el año 2000, obtenida del *Indicador de Renta Familiar Disponible Territorializada 2000* (Instituto de Estadística de Madrid), con los datos ofrecidos por el INE en su *Indicador de Renta media de los hogares (2017)*, también a nivel de sección censal. Se han utilizado las secciones censales del documento del año 2000 (que a su vez representan las existentes en 1997, procedentes de un estudio anterior), realizando las agrupaciones necesarias en el indicador de 2017 y ponderando los datos de las diferentes secciones con la población obtenida del *Padrón*.

El procedimiento de análisis ha considerado la posición relativa de las secciones censales afectadas por la operación con respecto al conjunto municipal, y su variación normalizada (1 a 100) entre 2000 y 2017. De esta manera, se pretende distinguir los posibles efectos en la variación en el nivel de renta del conjunto del municipio, derivados de la creciente polarización social en el ámbito metropolitano, de los atribuibles a los procesos de desarrollo urbano en el ámbito de estudio (Modai-Snir & van Ham, 2018 & 2019). Un conjunto de atributos complementarios (porcentaje de población inmigrante y su variación, edad de la edificación, incremento del número de viviendas, estructura por edad) son utilizados, mediante técnicas de correlación lineal, como posibles variables explicativas de la variación establecida.

Por último, se definen zonas urbanas homogéneas a partir de las características básicas del parque residencial (antigüedad, morfología), compartiendo una evolución conjunta de su proceso de urbanización (promoción, renovación) (por ejemplo, la promoción de viviendas para empleados del Matadero Municipal *Pico del Pañuelo*). Su delimitación concreta se ha realizado agrupando secciones censales completas. Sobre ellas se articula el discurso explicativo sobre la distribución y variaciones del nivel de renta previamente establecidas.

## 3. Resultados

A continuación, previo análisis de los cambios demográficos, se comprobará que las variaciones positivas experimentadas en el nivel de renta se ciñen a espacios muy definidos, caracterizados por procesos de renovación residencial asociados a la pérdida de su carácter industrial tradicional. Un parque inmobiliario marcadamente popular y de cierta antigüedad se ha convertido en freno de procesos más intensos de cambio social en la zona.

### 3.1. Evolución cuantitativa y cualitativa de la población

La evolución de la población durante los últimos 20 años responde a tres factores principales:

- a) La propia inercia demográfica, traducida en un proceso de envejecimiento y de pérdida de efectivos por saldo natural negativo.
- b) Las salidas de residentes hacia otras zonas, que afectan mayoritariamente a población nacida en España, aunque también a los nacidos en el extranjero a partir de 2008.
- c) La incorporación de nuevos residentes. Se pueden diferenciar dos procesos: uno, de llegada generalizada de población inmigrante, especialmente hasta 2008; y otro, de incorporación de nuevos residentes nacidos en España, que afecta especialmente a sectores de vivienda nueva.

La evolución entre 2000 y 2019 muestra dos tendencias contrapuestas, en sintonía con lo ocurrido a nivel municipal, aunque con ciertos matices diferenciadores. Incremento hasta 2008, y disminución a partir de esa fecha, con leve recuperación al final del periodo. La tendencia positiva que experimenta la zona entre 2000-2008 es más intensa que la experimentada a nivel municipal (tasa anual acumulativa, TAA, de 1,47 frente al 1,37 de Madrid), pero lo es igualmente el descenso que se produce a partir de dicha fecha (TAA de -0,31 frente a 0,15). A diferencia de lo ocurrido en el ámbito municipal, no se llega a alcanzar el máximo poblacional de 2008.

Por su desigual comportamiento, conviene diferenciar en el análisis entre los sectores pertenecientes a los distritos de Moncloa, Centro y Arganzuela, que se incluirían en lo que se denomina *almendra central*, de los incluidos en la *periferia* (distritos de Latina, Carabanchel y Usera)<sup>7</sup> (Figura 1). Igualmente, entre la población nacida en España y los nacidos en el extranjero (Tablas 1 y 2).

Tabla 1. Evolución de la población total en *Madrid Río* (en miles)

	2000	2008	2019	TAA* 2000-08	TAA 2008-19
Almendra central	46,2	53,7	53,4	1,92	-0,06
Periferia	31,5	33,5	31,1	0,78	-0,66
<b>TOTAL <i>Madrid Río</i></b>	<b>77,6</b>	<b>87,2</b>	<b>84,5</b>	<b>1,47</b>	<b>-0,28</b>
<b>MADRID (municipio)</b>	<b>2.882,9</b>	<b>3.213,3</b>	<b>3.266,1</b>	<b>1,37</b>	<b>0,15</b>

\* TAA = Tasa anual acumulativa

Fuente: Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Elaboración propia

Tanto los mayores incrementos como el descenso más acusado se relacionan con la evolución de la población nacida en el extranjero (Figura 3). La población nacida en España muestra un comportamiento mucho más estable, aunque con notables diferencias según sectores: tendencia moderadamente positiva en la almendra, y marcadamente negativa en la periferia (Figura 2). En ambos casos, una evolución claramente contrastada con lo que estaba ocurriendo a nivel municipal (Tablas 2 y 3).

Tabla 2. Evolución de la población por lugar de nacimiento (en miles)

	2000			2008			2019		
	Esp*	Ext*	Total	Esp	Ext	Total	Esp	Ext	Total
Almendra central	43,0	3,2	46,2	45,4	8,4	53,7	46,2	7,2	53,4
Periferia	29,1	2,3	31,5	27,0	6,5	33,5	25,2	5,9	31,1
<b><i>Madrid Río</i></b>	<b>72,1</b>	<b>5,5</b>	<b>77,6</b>	<b>72,4</b>	<b>14,8</b>	<b>87,2</b>	<b>71,4</b>	<b>13,2</b>	<b>84,5</b>
<b>Municipio</b>	<b>2.703,5</b>	<b>179,4</b>	<b>2.882,9</b>	<b>2.577,6</b>	<b>635,7</b>	<b>3.213,3</b>	<b>2.541,5</b>	<b>724,6</b>	<b>3.266,1</b>

\* Esp = Población nacida en España; Ext = Población nacida en el extranjero

Fuente: Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Elaboración propia

Tabla 3. Evolución de la población por lugar de nacimiento (TAA\*)

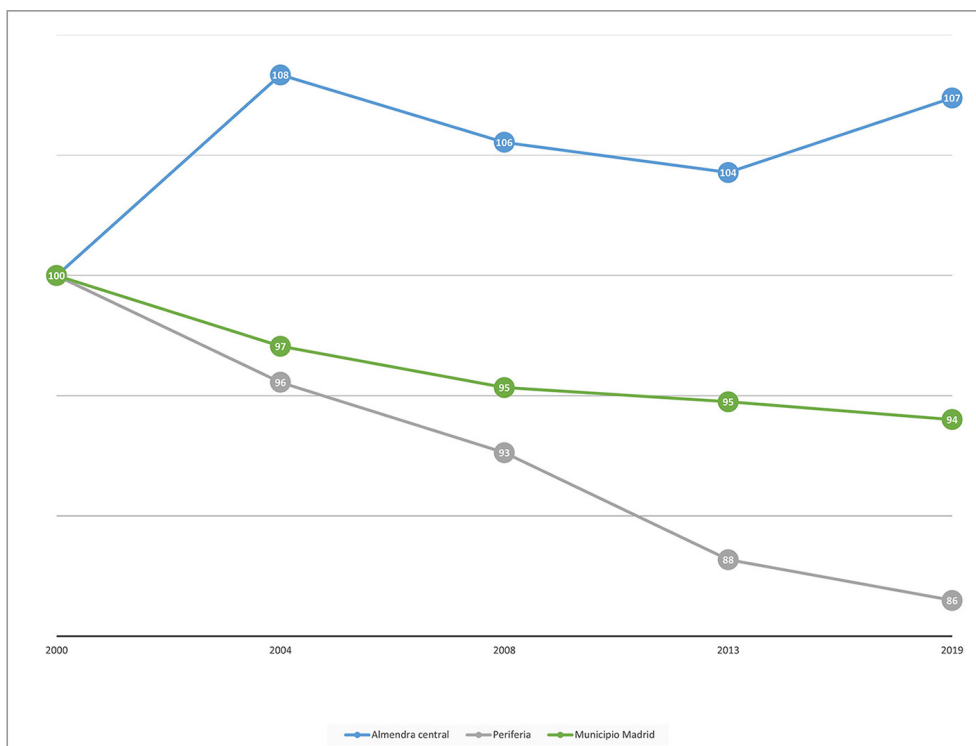
	TAA 2000-2008			TAA 2008-2019		
	Nacidos España	Nacidos extranjero	Total	Nacidos España	Nacidos extranjero	Total
Almendra central	0,68	12,91	1,92	0,16	-1,31	-0,06
Periferia	-0,95	13,62	0,78	-0,62	-0,80	-0,66
<b><i>Madrid Río</i></b>	<b>0,04</b>	<b>13,22</b>	<b>1,47</b>	<b>-0,13</b>	<b>-1,08</b>	<b>-0,28</b>
<b>Municipio</b>	<b>-0,59</b>	<b>17,14</b>	<b>1,37</b>	<b>-0,13</b>	<b>1,20</b>	<b>0,15</b>

\* TAA = Tasa anual acumulativa

Fuente: Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Elaboración propia

<sup>7</sup> Se denomina *almendra central* a la zona situada en el interior de la M-30. Aunque carece de carácter oficial, su delimitación más habitual (y que aquí se utiliza) incluye los distritos de Centro, Arganzuela, Retiro, Salamanca, Chamartín, Tetuán, Chamberí y parte de Moncloa-Aravaca (barrios de Argüelles, Casa de Campo y Ciudad Universitaria). El resto de la ciudad, fuera de la M-30, compone la *periferia*.

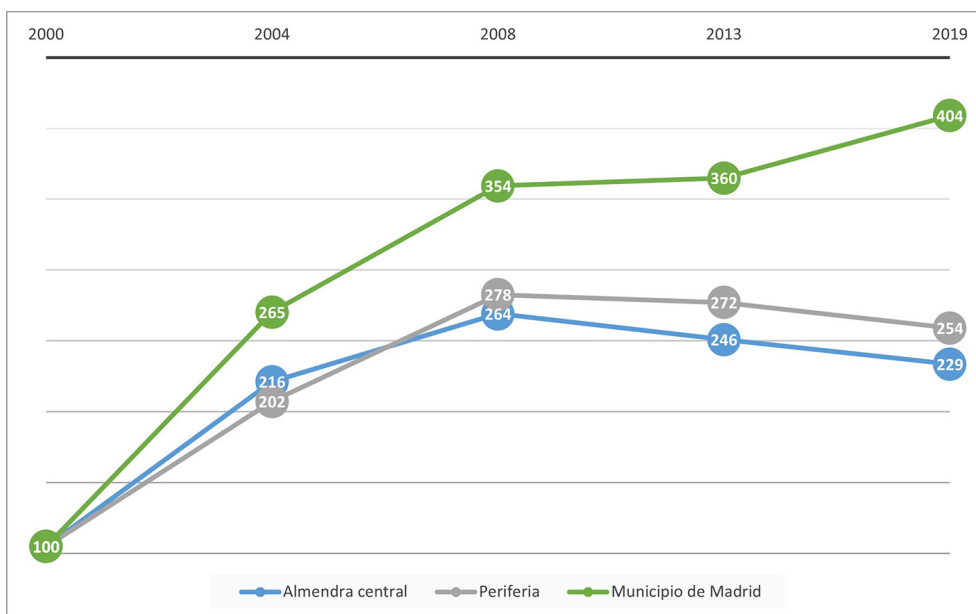
Figura 2. Evolución relativa de la población nacida en España



Fuente: Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Elaboración propia

Ente 2000 y 2008, con un aumento general de la población inmigrante en todas las secciones, el comportamiento de la población nacida en España es el responsable del sentido final de la dinámica general (Figura 4). El comportamiento positivo de ambas es más frecuente en la almendra, si se exceptúan los sectores de Casa de Campo y los de vivienda de mayor antigüedad en Arganzuela; en contraste con lo que ocurre en los distritos periféricos, donde sólo evoluciona positivamente la población nacida en España en los sectores de nueva construcción (Almendrales, en Usera; Puerta del Ángel, en Latina).

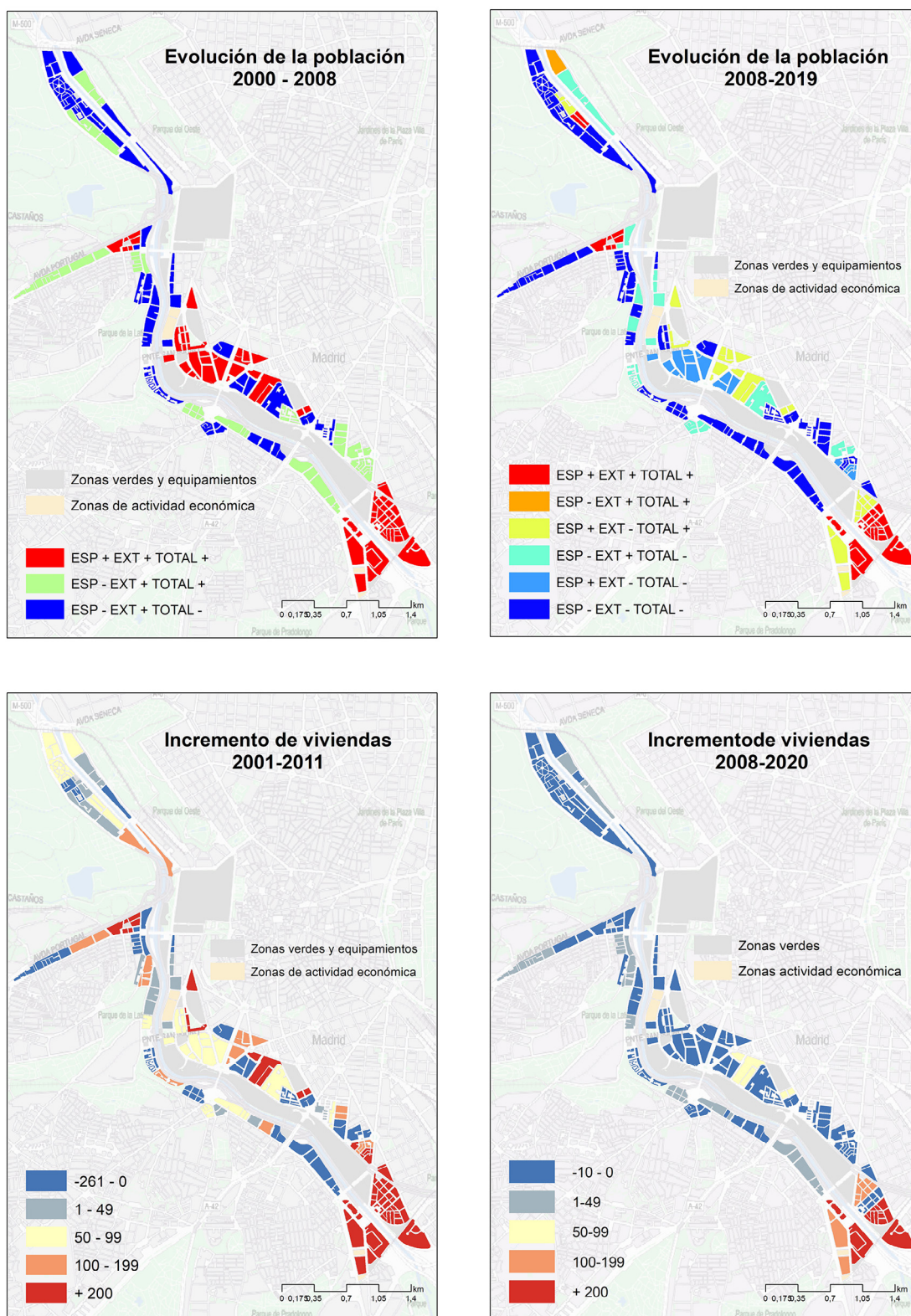
Figura 3. Evolución relativa de la población nacida en el extranjero



Fuente: Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Elaboración propia



Figura 4. Evolución de la población (2000-2019) y de la vivienda (2001-2020). Datos por secciones censales 2000 (Esp = Población nacida en España; Ext = Población nacida en el extranjero)



Fuentes: Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Censos de población y vivienda, 2001 y 2011 (INE). Catastro Inmobiliario 2008 y 2020 (Dirección General del Catastro). Elaboración propia

A partir de 2008, el comportamiento es más diversificado. En un contexto de pérdidas generalizadas, que afecta sobre todo a la población inmigrante, el aumento de población nacida en España en algunas secciones es significativo, constituyendo un importante cambio de tendencia con respecto al anterior periodo. Este incremento se relaciona mayoritariamente con la promoción de nuevas viviendas, como resultado de procesos de renovación funcional de antiguos ámbitos donde aún permanecían usos industriales coexistiendo con zonas residenciales (Legazpi y Almendrales, especialmente; en menor medida, Acacias o Imperial), o procesos de densificación y renovación puntual (Chopera). Es igualmente llamativo el comportamiento de la banda más próxima a *Madrid Río* en los barrios de Imperial, Acacias y Chopera, que pierden población por salida de inmigrantes, pero en los que la población nacida en España aumenta.

Tabla 4. Evolución de los grupos de edad

GRUPOS EDAD	2000		2008		2019		2000-2008	2008-2019
		% (total)		% (total)		% (total)		
0-19	13.129	16,9	13.607	15,6	12.759	15,1	478	-848
20-29	12.004	15,5	11.930	13,7	8.644	10,2	-74	-3.286
30-49	23.412	30,2	28.399	32,6	24.839	29,4	4.987	-3.560
50-64	12.995	16,7	15.806	18,1	18.717	22,1	2.811	2.911
65-79	12.233	15,8	11.912	13,7	12.211	14,4	-321	299
80+	3.842	5,0	5.544	6,4	7.355	8,7	1.702	1.811
<b>TOTAL</b>	<b>77.615</b>	<b>100</b>	<b>87.198</b>	<b>100</b>	<b>84.525</b>	<b>100</b>	<b>9.583</b>	<b>-2.673</b>

Fuente: Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Elaboración propia

La inercia demográfica, y el limitado acceso de nuevos residentes a pesar de la inmigración, se expresa en una tendencia al envejecimiento de la población, con disminución absoluta de los grupos de edad por debajo de los 50 años, e incrementos a partir de esta fecha. La población de más de 65 años pasa de un 20,8 % a un 23,1 %; por el contrario, los menores de 20 años evolucionan del 16,9 al 15,1 % (Tabla 4).

### 3.2. La variación en los niveles de renta media entre 2000 y 2017. Su análisis por zonas homogéneas

En 2000, la renta media por hogar en *Madrid Río* era de 13.415 €, lo que suponía un 104,7 % de la renta media del municipio, y el 112,3 % de la de la región. En 2017, se situaba en 41.625 €, un 103,6 % de la renta media municipal y el 107,3 % de la regional (Tabla 5). Es decir, entre los años en que se plantea, desarrolla y finaliza la operación de renovación urbana, la situación relativa en términos de renta en el conjunto de secciones directamente afectados se experimenta un ligero retroceso: 1,1 puntos porcentuales con respecto al municipio y 5 con respecto a la Comunidad. No obstante, conviene reparar en un comportamiento marcadamente diferenciado entre las secciones de la almendra (que mejoran su posición relativa) y las que se sitúan en la periferia (con peor evolución que el municipio en su conjunto).

Este desigual comportamiento conduce a una distribución interna de la población por niveles de renta mucho más polarizada entre 2000 y 2017, aumentando tanto los grupos de mayor (por encima de la media más una desviación típica) y de menor renta (por debajo de la media municipal) (Figura 5).

Tabla 5. Evolución de la renta familiar. 2000-2017 (en miles)

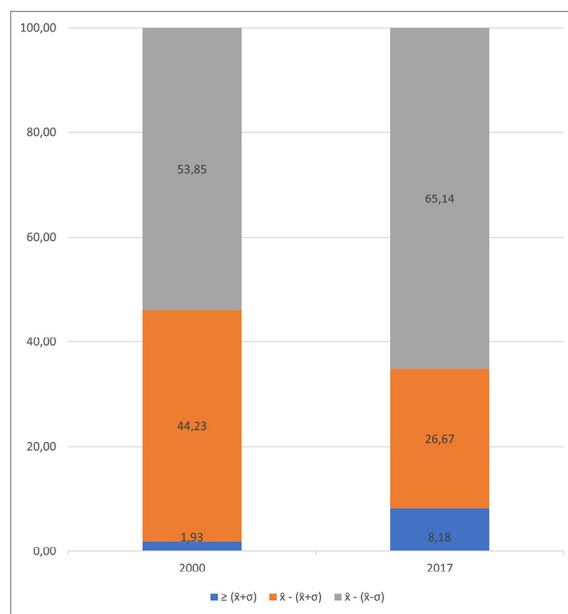
	2000		2017		2017 (2000 = 100)	
	Población	Renta € *	Población	Renta € **	Población	Renta
Almendra central	46,2	14,0	53,1	45,2	115	322
Periferia	31,5	12,5	31,0	37,7	98	301
<b>Madrid Río</b>	<b>77,6</b>	<b>13,4</b>	<b>84,1</b>	<b>41,6</b>	<b>108</b>	<b>310</b>
<b>Municipio de Madrid</b>	<b>2.882,9</b>	<b>12,8</b>	<b>3.183,0</b>	<b>40,2</b>	<b>110</b>	<b>314</b>
<b>Comunidad de Madrid</b>	<b>5.205,4</b>	<b>11,9</b>	<b>6.507,2</b>	<b>38,8</b>	<b>125</b>	<b>325</b>

\* La Renta media para la Comunidad de Madrid se ha calculado para las secciones de las que existen datos en 2000 (5.062.409 habitantes, 97 % del total)

\*\* La Renta media para la Comunidad de Madrid se ha calculado para las secciones de las que existen datos en 2017 (6.469.347 habitantes, 99 % del total)

Fuentes: Indicador de Renta Familiar Disponible Territorializada 2000 (Instituto de Estadística de Madrid); Indicador de Renta media de los hogares 2017 (INE); Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Elaboración propia

Figura 5. Distribución de la población según niveles de renta en relación con la media municipal (por secciones censales)



Fuentes: Indicador de Renta Familiar Disponible Territorializada 2000 (Instituto de Estadística de Madrid); Indicador de Renta media de los hogares 2017 (INE); Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Elaboración propia

Tabla 6. Correlación entre nivel de renta y otras variables por secciones censales

	2000	2017
% Población nacida en el extranjero	-0,57	-0,80
% Población de más de 65 años	-0,67	-0,14
% Población de menos de 20 años	0,55	0,33
% viviendas posteriores a 1970	0,58	0,47*

\* Información referida a 2020

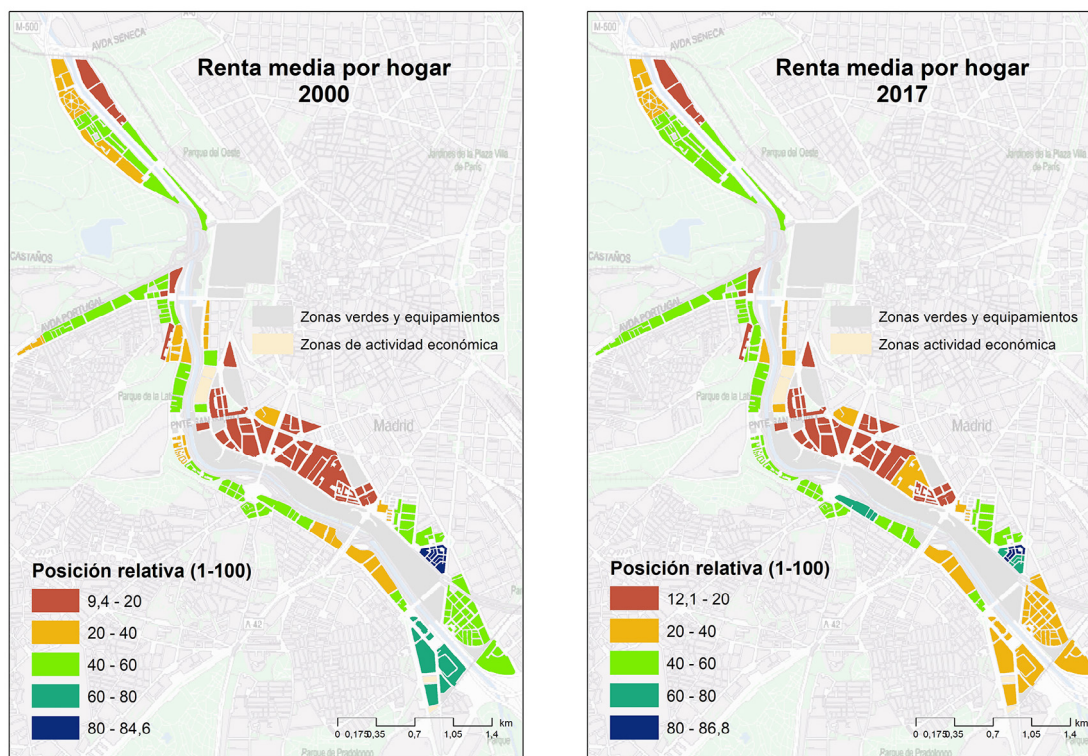
Fuentes: Indicador de Renta Familiar Disponible Territorializada 2000 (Instituto de Estadística de Madrid); Indicador de Renta media de los hogares 2017 (INE); Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Censo de población y vivienda, 2001 (INE). Catastro Inmobiliario 2020 (Dirección General del Catastro). Elaboración propia

Las características sociodemográficas asociadas a la variación de la distribución del nivel de renta evolucionan a lo largo del periodo (Tabla 6). En el año 2000, con una población extranjera todavía en valores por debajo del 10 %, la renta correlaciona principalmente con la edad de la población, mostrando sus valores más bajos donde la población estaba más envejecida y coincidiendo con los sectores de vivienda de mayor antigüedad<sup>8</sup>. El coeficiente de correlación entre la población de más de 65 años y las viviendas anteriores a 1970, 0,72 en el año 2000, desciende a 0,30 en 2017. Con el progresivo aumento de la inmigración internacional a partir de esta fecha, en 2017 se observa que la población nacida en el extranjero es la variable que muestra mayores niveles de correlación. Esta población sustituye en buena medida a la población envejecida residente en el parque inmobiliario de mayor antigüedad, con alquileres más asequibles; la estructura por edades de esta población, marcadamente más joven que la nacida en España, provoca que la correlación con el envejecimiento de la población pierda todo significado (Figuras 6, 7 y 8).

Las variaciones positivas más notables se relacionan con procesos de renovación residencial de antiguas zonas industriales al sur de *Madrid Río*, en los distritos de Usera y Arganzuela (Figura 9). Por el contrario, la evolución más negativa se produce en varios sectores de los distritos periféricos de Latina y Carabanchel, sobre sectores de vivienda de mayor antigüedad y fuerte concentración de población inmigrante. La almendra muestra en general comportamientos mucho más positivos, tendencia de la que sólo se salen varios ámbitos de edificación de más edad en los distritos de Arganzuela y Moncloa.

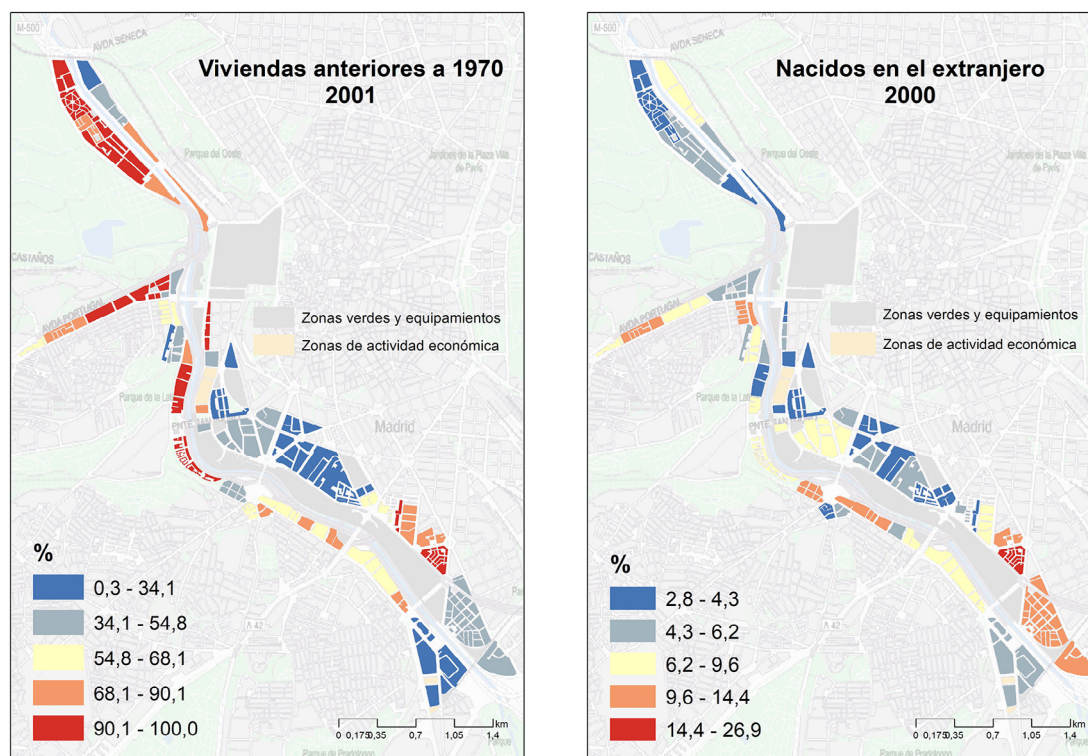
<sup>8</sup> Coeficiente de correlación entre % de población de más de 65 años y % viviendas anteriores a 1970 = 0,72 para el año 2000; este coeficiente desciende a 0,30 en 2017.

Figura 6. Posición relativa según nivel de renta media por hogar (1 = valor más alto; 100 = valor más bajo).  
Datos por secciones censales 2000



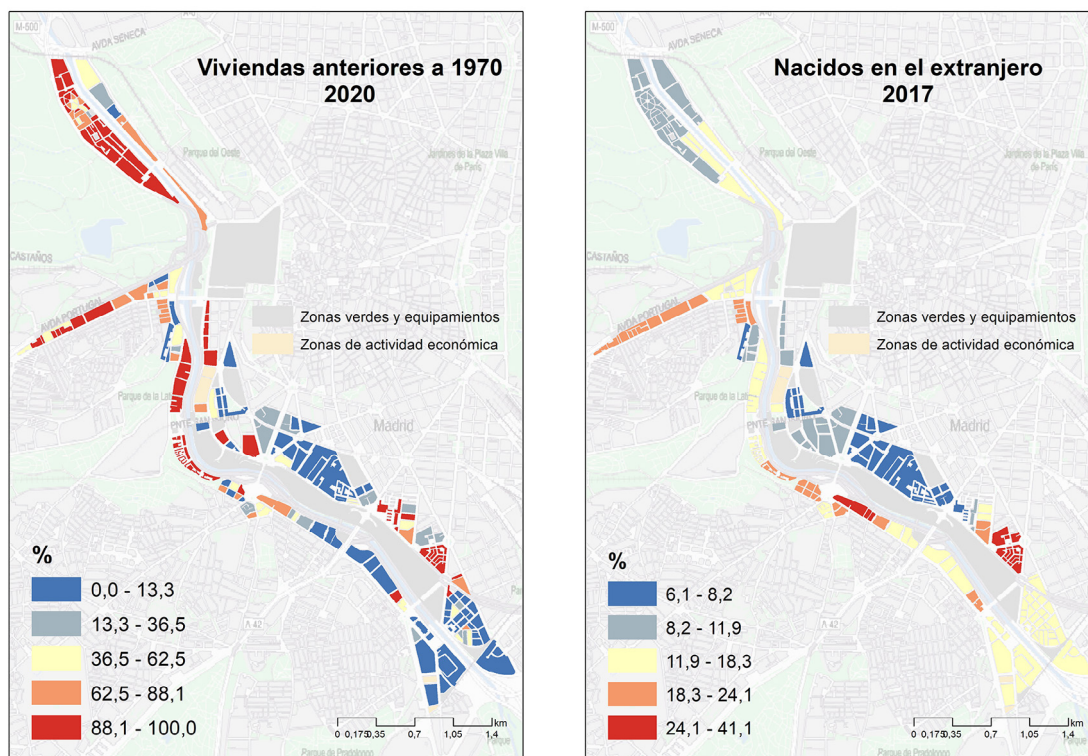
Fuentes: Indicador de Renta Familiar Disponible Territorializada 2000 (Instituto de Estadística de Madrid);  
Indicador de Renta media de los hogares 2017 (INE). Elaboración propia

Figura 7. Edad de la edificación y % población nacida en el extranjero (2000)



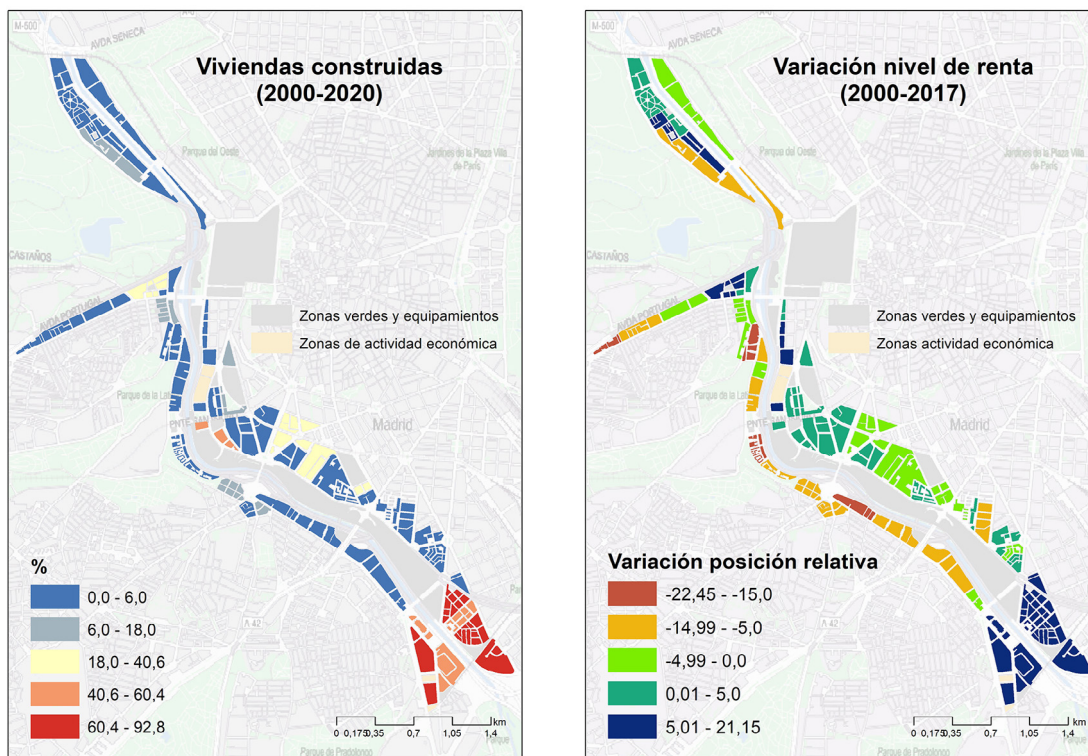
Fuentes: Censo de población y vivienda, 2001 (INE). Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Elaboración propia

Figura 8. Edad de la edificación y % población nacida en el extranjero (2017-2020)



Fuentes: Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Catastro Inmobiliario 2020 (Dirección General del Catastro).  
Elaboración propia

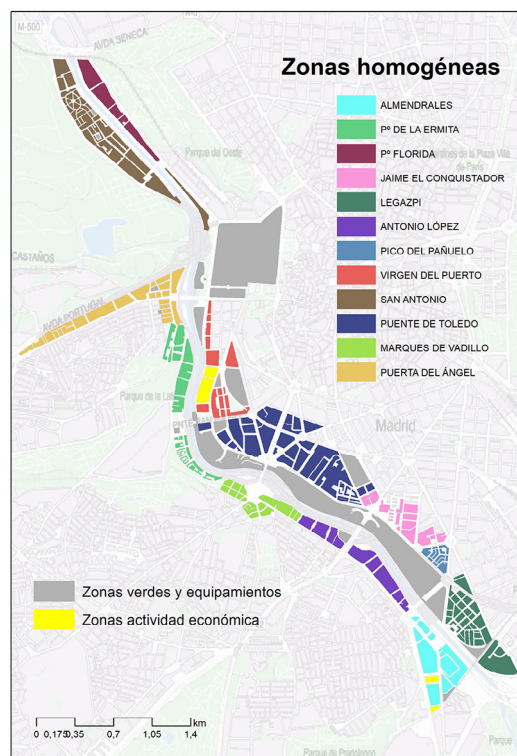
Figura 9. Variación del nivel de renta (2000-2017) y nueva edificación (2000-2020) (datos por secciones censales 2000)



Fuente: Censo de población y vivienda, 2001 (INE); Catastro Inmobiliario 2020 (Dirección General del Catastro; Indicador de Renta Familiar Disponible Territorializada 2000 (Instituto de Estadística de Madrid); Indicador de Renta media de los hogares 2017 (INE).  
Elaboración propia

Más allá de la tendencia a una variación positiva general en los distritos de la almendra, frente a un deterioro relativo del nivel de renta en los periféricos (Latina, Carabanchel y la zona no renovada de Usera), la evolución está estrechamente relacionada con el tipo de tejido residencial de cada zona; en concreto con la antigüedad, calidad y estado de conservación de las viviendas afectadas por la operación, lo que justifica la definición de zonas homogéneas y el análisis a partir de ellas (Figura 10 y Tabla 7).

Figura 10. Sectores residenciales homogéneos



Elaboración propia

Los procesos de renovación de antiguos sectores industriales a uno y otro lado del río (Legazpi y Almendrales) se convierten en los principales motores del cambio de nivel de renta, con incrementos de 14 y 21 puntos porcentuales, respectivamente. Los nuevos barrios resultantes constituyen los únicos sectores de auténtica renovación y sustitución social en *Madrid Río*. Sólo se producen ganancias igualmente significativas en el entorno del Paseo de la Virgen del Puerto (casi 8 puntos), conjunto relativamente homogéneo de viviendas de cierta calidad a pesar de su antigüedad. La relación de zonas homogéneas que mejoran su posición relativa se cierra con el barrio de San Antonio, enclave urbano singular mayoritariamente ocupado por vivienda pública social que, a pesar de su antigüedad, ha podido abordar interesantes procesos de rehabilitación.

La permanencia de sectores de vivienda popular en amplios sectores del distrito de Arganzuela (Pico del Pañuelo, Jaime el Conquistador, Puente de Toledo) provoca que, a pesar de la total reconversión de esta antigua zona industrial, no se experimenten significativos cambios en el nivel de renta en su conjunto. Las mejoras que se asocian con el parque residencial más reciente se ven contrarrestadas por evoluciones negativas del nivel de renta en los de mayor edad. Algo similar ocurre en Paseo de la Florida-Avenida de Valladolid. En todos los casos, estos sectores de vivienda popular han experimentado un fuerte crecimiento de la población inmigrante, que puede llegar a superar el 40 % del total (Pico del Pañuelo), mientras que su presencia en la edificación más reciente es poco significativa.

Más homogénea es la evolución experimentada en los sectores periféricos de Puerta del Ángel, Paseo de la Ermita del Santo, Marqués de Vadillo, Antonio López, con pérdidas generalizadas en el nivel de renta relativo. Y a pesar de ser seguramente los sectores más beneficiados en sus condiciones de habitabilidad por la supresión del tráfico en superficie de la antigua M-30. Una edificación de mayor antigüedad, en general anterior a 1975 con enclaves de mayor edad y de menor nivel constructivo que la situada al otro

lado del río, ha sido intensamente ocupada por inmigrantes. Al efecto frontera ejercido históricamente por el río, parece unirse un efecto vecindario derivado de la presencia de esta población, que sustituye aceleradamente a la población nacida en España, fuertemente envejecida y en claro retroceso en términos absolutos.

En resumen, se pueden establecer dos grandes tendencias de cambio, de signo opuesto en relación con la evolución del nivel de renta. Por un lado, envejecimiento y sustitución por población inmigrante sobre el parque de viviendas envejecido y deteriorado; por otro, llegada de nuevos residentes casi exclusivamente autóctonos sobre parque de reciente construcción. Procesos ambos que, en ocasiones, pueden coexistir sobre el mismo espacio urbano; pero que, igualmente, parecen generar efectos segregadores muy evidentes, y que prevalecen claramente sobre la posible influencia de grandes proyectos urbanos como el que se analiza.

Tabla 7. Análisis de la evolución del nivel de renta por sectores urbanos homogéneos (2000-2017)

ZONAS RESIDENCIALES HOMOGÉNEAS	DESCRIPCIÓN GENERAL	EDAD EDIFICACIÓN	RENTA
<b>Almendra central</b>			
Legazpi	Manzanas residenciales recientes, en bloques de 5 plantas más áticos, resultado de renovación de tejido industrial (talleres, pequeñas industrias, viviendas en planta baja) en fase de consolidación	1986-2020	+ 14,5
Pico del Pañuelo	Vivienda popular barata de promoción unitaria (empleados Matadero)	1927-1930	- 0,5
Jaime el Conquistador - Santa María de la Cabeza	Vivienda popular del ensanche sur industrial, en manzana cerrada y bloque abierto, resultado de renovación de sectores suburbanos	1950-1970	- 7,7
Arganzuela - Puente de Toledo	Fuerte renovación muy consolidada de antiguas industrias y talleres en manzanas de vivienda de cierta calidad. Preexistencias anteriores a 1960, de vivienda popular del ensanche sur industrial	1970 - 2010	-0,2
Paseo de la Virgen del Puerto	Manzanas residenciales en edificación cerrada resultado de la intervención de Canalización del Manzanares	1960 - 1975	+ 6,6
Barrio de San Antonio o del Cuartel de la Montaña.	Conjunto de vivienda social de promoción pública (1955-1970) de gran calidad urbanística. Engloba dos pequeñas colonias unifamiliares de 1920 (Colonia Manzanares y Colonia de los Infantes)	1955 - 1970	+ 1,7
Pº de San Antonio de la Florida-Avda. de Valladolid	Tipología mixta de manzana cerrada consolidada (1950-1960) y bloques abiertos (1960-2000) con presencia de edificaciones anteriores	1950 - 2000	-3,2
<b>Periferia</b>			
Puerta del Ángel - Avenida de Portugal	Tipología residencial mixta: trama de manzana cerrada (1940-1980), grandes torres de edificación abierta (1960-1975), con algunas preexistencias (barrio de Colmenares, 1920) y enclaves de reciente construcción	1940 - 1980	-8,8
Paseo de la Ermita del Santo - Paseo de San Illán	Manzanas de edificación abierta en su mayor parte resultado de la intervención de Canalización del Manzanares	1950 - 1970	- 10,2
Marqués de Vadillo.	Edificación residencial de vivienda popular en manzana cerrada, sobre todo anteriores a 1960, con renovaciones puntuales	1920 - 1960	- 10,0
Antonio López - Puente de Praga	Grandes manzanas cerradas con presencia de algún gran bloque abierto y torres de los años 1970, con alta densidad y edificabilidad (9-18 plantas), con un enclave de edificaciones anteriores a 1940	1965 - 1980	- 8,6
Almendrales	Manzanas recientes de edificación abierta (bloques de 5-7 plantas) resultado del proceso de renovación de pequeñas industrias, talleres y vivienda obrera en fase de consolidación	1986 - 2020	+ 21,1

Fuentes: Indicador de Renta Familiar Disponible Territorializada 2000 (Instituto de Estadística de Madrid); Indicador de Renta media de los hogares 2017 (INE); Padrón municipal de habitantes (Ayuntamiento de Madrid). Censo de población y vivienda, 2001 (INE).

Elaboración propia

## 4. Discusión de resultados

### 4.1. Políticas públicas y renovación urbana

Las áreas metropolitanas maduras, como Madrid, son el escenario de un cambio progresivo en el sentido y alcance de las decisiones públicas que afectan a las grandes infraestructuras de transporte y su influencia en la ciudad. La rotunda e innegable tracción ejercida por las principales estructuras de movilidad en el crecimiento urbano y en la generación de la estructura metropolitana se ve acompañada, cada vez con mayor intensidad y protagonismo, por la influencia de los grandes proyectos derivados de la remodelación funcional de los mismos (tanto viarios, como ferroviarios) en términos de recualificación física y social del espacio urbano, en la línea señalada por otros autores (Swyngedouw et al., 2002; Díaz Orueta & Fainstein, 2008)

La contribución de *Madrid Río* a definir una nueva imagen de la ciudad desde una perspectiva siempre reconocida pero nunca antes realizada, su innegable impacto social gracias a la mejora ambiental de populosos barrios, son las derivadas urbanísticas de un vasto proyecto de mejora de una autopista urbana obsoleta. Como antes lo fue la operación *Pasillo Verde Ferroviario*<sup>9</sup>, y en breve lo será la gran remodelación del extenso complejo ferroviario asociado a la estación de Chamartín (*Madrid Nuevo Norte*), la renovación funcional de las grandes infraestructuras de transporte se convierte en decisivo motor de cambio urbano. Y siempre desde la autonomía de dichos procesos, que se ejecutan al margen del planeamiento general de la ciudad, y que deben ser posteriormente reajustados al mismo<sup>10</sup>.

Su decisiva influencia en la renovación y recualificación urbana se plantea sin la posibilidad de abordar de una manera global el debate sobre su significado y conveniencia para la ciudad. Operaciones que hablan del creciente protagonismo de los megaproyectos en el urbanismo neoliberal, y de las graves carencias que arrastran en términos de gobernanza urbana (Díaz Orueta, 2015). Su ejecución responde más a la capacidad de influencia de determinados actores, tanto públicos como privados, que a acciones derivadas de verdaderas políticas públicas definidas en función de problemas sociales claramente reconocidos.

En este sentido, no se debe obviar el fuerte componente de proyección política asociado a los proyectos. Para el alcalde Ruiz Gallardón, la remodelación de la M-30 y *Madrid Río* constituyeron el referente de su proyecto político, antes de pasar al gobierno de la nación; en el caso del alcalde Lee, en Seúl, la ejecución de *Cheonggyecheon* precedió a la consecución de la presidencia del país (Cervero et al., 2009). Tampoco debe olvidarse la evidente capacidad de *lobbying* ejercida por las grandes empresas constructoras, ante la oportunidad de negocio que se abría para ellas.

Son situaciones siempre resueltas mediante operaciones de elevadísimo coste, con fuertes endeudamientos para el sector público, y que obligan a interrogarse sobre la finalidad social de tales esfuerzos presupuestarios (para el caso de Pekín, Zheng & Kahn, 2013). Aunque es evidente la gran singularidad que cada proyecto individual posee, y el fuerte papel jugado por la iniciativa local, son ejemplos que ponen sobre la mesa de debate el papel que el estado juega y debe jugar en los procesos de renovación en las ciudades europeas, claramente dominante frente al protagonismo que el mercado posee en las anglosajonas (Préteceille, 2007).

### 4.2. La transformación social de la ciudad: la necesidad de re-escalado espacial y temporal

En un contexto de creciente desigualdad socioeconómica y aumento de la segregación residencial en la ciudad (Leal & Sorando, 2015; Sorando & Leal, 2019; López-Gay et al., 2020; Donat, 2018; Tammaru et al., 2020), la ejecución de proyectos de recualificación urbana en los ámbitos centrales debería poseer un claro efecto multiplicador de estos efectos, favoreciendo la gentrificación de los espacios próximos. Los resultados obtenidos en el entorno de *Madrid Río* obligan a matizar este argumento.

Más allá de que la renta media del conjunto tenga una peor evolución que la del resto del municipio entre 2000 y 2017 (310 frente a 313) (Tabla 5), el gran número de sectores urbanos que poseen una posición relativa sensiblemente inferior (lo que además puede ser el resultado de un retroceso aún mayor

9 Soterramiento del ferrocarril de enlace entre Atocha-Delicias-Príncipe Pío y reconversión en línea de cercanías, con supresión de estaciones de uso industrial (Peñuelas, Imperial), llevado a cabo entre 1988 y 1997.

10 Desde el punto de vista jurídico, el proyecto realizado sobre las 120 ha de *Madrid Río* no estaba contemplado en el Plan General de Ordenación Urbana de 1997. En 2008, la aprobación del *Plan Especial Río Manzanares* garantizó su cobertura legal.



en términos absolutos, en un contexto de creciente polarización) (Figura 5) constituye el hecho más significativo. La influencia del tejido urbano preexistente, y la evolución en el perfil de sus ocupantes, se convierten en los principales elementos explicativos.

Los incrementos positivos más acusados se producen únicamente cuando sectores completos de carácter mixto, pequeña industria y residencia popular, han sido completamente renovados, dando paso a un parque de viviendas de mayor calidad (Legazpi y Almendrales). En estos casos, efectivamente, se produce la expulsión de la antigua población, y su sustitución de nuevos residentes de mayor nivel socio-económico. Proceso que algunos autores estiman debe ser diferenciado de una verdadera gentrificación (*gentrification* versus *redevelopment*) (Lees et al., 2016), mientras que, para otros, el evidente cambio cultural, físico y social de los barrios afectados debe ser calificado de gentrificación por nueva construcción (*new-build gentrification*) (Benach & Albet, 2018).

La importancia de las características físicas del parque residencial se hace evidente. Los sectores más populares, con viviendas de mayor antigüedad, peores características constructivas y una evolución negativa de su nivel de renta, se han convertido en un freno de los previsibles y generalizados procesos de gentrificación. Su menor nivel de mercado, con alquileres más reducidos, junto con el fin del ciclo de vida de los hogares que allí residían, han propiciado un cambio social determinante: la llegada de nuevos residentes pertenecientes a la reciente oleada inmigratoria extranjera. Un proceso que se retroalimenta, pues las llegadas posteriores de población nacida en el extranjero se asientan preferentemente en estos barrios, que poseían ya una proporción alta (Andújar, 2017). Como otros estudios han señalado, los cambios en la composición de los barrios motivados por la inmigración extranjera están entre las causas primarias de incremento de la segregación residencial (Tammaru et al., 2020), reproduciendo a su vez el proceso a través del efecto de vecindario (Donat, 2018).

En todo caso, no se debe obviar la existencia de un posible desfase entre los procesos de incremento del nivel de renta y mayores niveles de segregación residencial (Tammaru et al., 2020), favorecido por el tiempo largo de este tipo de cambios que viene provocado por una movilidad residencial más bien escasa (Leal & Domínguez, 2008). El significativo incremento de poseedores de título universitario entre los recién llegados al popular barrio de Chopera, junto al complejo cultural de Matadero, no deja de ser un indicador de un incipiente, aunque limitado, proceso de gentrificación (López-Gay et al., 2020).

En un contexto de incremento de la desigualdad socioeconómica a nivel global, con su correlato de segregación social a escala regional y urbana, la incidencia de la realidad local de escala intra-urbana, la importancia de la geografía (en términos de localización y atributos físicos y sociales asociados al parque residencial), se hace evidente para encontrar elementos explicativos sólidos a los procesos de recualificación social. Un diálogo entre escalas que debe igualmente contemplar diferentes marcos temporales, ante el posible desajuste de los procesos en relación con las rigideces de los procesos de cambio inducidos por el funcionamiento del mercado inmobiliario.

## 5. Conclusiones

Transcurrido un decenio desde la inauguración de *Madrid Río*, se puede concluir que la transformación socio-demográfica directamente inducida por la operación ha sido escasa. Y que los cambios advertidos se enmarcan en procesos generales más amplios. En primer lugar, la continuidad de los procesos de descentralización de la población no inmigrante, afectando con especial intensidad a los barrios populares construidos entre 1950 y 1970, y su progresiva sustitución por inmigrantes foráneos con nivel de renta bajo. Y, en segundo término, la consolidación del proceso de renovación urbana de antiguos sectores industriales, con especial incidencia sobre el distrito de Arganzuela y el barrio de Almendrales (Usera). Un marcado contraste entre la inercia que impone un parque de viviendas preexistente, generado en un contexto urbano de menor valoración social de este espacio, frente a los cambios que propicia la nueva edificación en los sectores renovados y revalorizados.

La incorporación de nuevos residentes es el factor clave para aquilatar efectos y delimitar consecuencias. Los sectores residenciales de nueva construcción, incorporando población de mayor nivel socio-económico, mayoritariamente autóctona, son escenario de un evidente proceso de recualificación social, con variación positiva en el nivel de renta. El incremento de la multiculturalidad con la llegada inmigrantes a los sectores de vivienda de peor calidad, por el contrario, ha supuesto un retroceso de los niveles de

renta en las secciones más afectadas. Este último hecho ha actuado de freno de los anunciados procesos gentrificadores.

La evaluación de los efectos sociales y territoriales derivados de este tipo de actuaciones públicas que, además de elevados presupuestos, poseen una fuerte capacidad estructurante sobre el conjunto del espacio urbano no debe ser un ejercicio que deba realizarse únicamente *a posteriori*. Su planteamiento debe realizarse desde el primer momento, superando simplistas aproximaciones sectoriales; sólo de esta manera podrán prevenirse consecuencias indeseadas, con adecuadas medidas de acompañamiento. No ha sido este el caso de *Madrid Río*; no obstante, deben extraerse algunas lecciones. El cuestionamiento de la utilidad social de un proceso ejecutado con nula participación y consenso, saldado con una inmensa deuda municipal, admite interpretaciones, pero deja algunas realidades indiscutibles. La recuperación del entorno del Manzanares para los ciudadanos y la mejora de la imagen urbana obtenida son innegables, en un claro avance en el *derecho a la ciudad*. Como lo son igualmente la interesante capitalización de sus viviendas obtenida por los propietarios ribereños o la sustancial mejora de habitabilidad de extensos barrios populares que, hasta el momento, no han perdido su carácter. No obstante, el desfase temporal entre la evidente producción de renta urbana y el reemplazo social, en el marco de una movilidad residencial reducida, obligan a manejar una escala temporal más amplia para obtener conclusiones definitivas al respecto.

La valoración de este tipo de efectos requiere del uso de fuentes y métodos capaces de aislar los procesos estructurales a escala urbana/metropolitana (en términos de cambio y polarización social) en los que se enmarca el análisis, de los efectos locales derivados de procesos urbanos que afectan decisivamente a un sector concreto de la ciudad. En este punto, las grandes narrativas explicativas deben manejarse con cautela, ante la necesidad de atender el ajuste a la escala local en relación con la realidad preexistente. El estudio de caso sirve, en efecto, para calibrar cómo estas diferencias locales afectan la configuración de procesos generales, para indagar cómo se definen en la práctica.

## Referencias

- Andújar, A. (2017). Movilidad residencial y (re)composición social del espacio urbano en el municipio de Madrid. *Papers*, 102(4), 761-792. <https://doi.org/10.5565/rev/papers.2419>
- Anguelovski, I., Connolly, J. J., Garcia-Lamarca, M., Cole, H., & Pearsall, H. (2019). New scholarly pathways on green gentrification: What does the urban 'green turn' mean and where is it going? *Progress in human geography*, 43(6), 1064-1086. <https://doi.org/10.1177/0309132518803799>
- Ayuntamiento de Madrid (2006). *Memoria de gestión 2006*. Ayuntamiento de Madrid. Área de gobierno de Urbanismo y Vivienda. <https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UrbanismoyVivienda/Urbanismo/MemoriaDeGestion2006/ActuacionesSingulares/Ficheros/C05.pdf>
- Ayuntamiento de Madrid (2010). *Plan Director de rehabilitación del entorno del río Manzanares*. Ayuntamiento de Madrid. Área de Gobierno de Urbanismo y Vivienda. AUIA. Arquitectos Urbanistas Ingenieros Asociados, S.L.P.
- Ayuntamiento de Madrid (2019). Aprobada la reparcelación del ámbito Nuevo Mahou Calderón. 04/04/2019 <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Actualidad/Noticias/Aprobada-la-reparcelacion-del-ambito-Nuevo-Mahou-Calderon/?vgnextfmt=default&vgnextoid=c04245fd3c7e9610VgnVCM1000001d4a900aRCRD&vgnnextchannel=a12149fa40ec9410VgnVCM100000171f5a0aRCRD>
- Azurmendi Pérez, L. A. (1977). Orden y desorden en el plan de Madrid del 41. *Cuadernos de arquitectura y urbanismo*, (121), 14-20.
- Bayona-I-Carrasco, J., Gil-Alonso, F., Rubiales-Pérez, M., & Pujadas-Rubies, I. (2018). New spatial mobility patterns in large Spanish cities: From the economic boom to the great recession. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 2018, 11(2), 287-312. <https://doi.org/10.1007/s12061-017-9222-x>
- Benach, N., Albet, A. (2018). La gentrificación como una estrategia global. *Papers*, (60), 17-23. <https://raco.cat/index.php/PapersIERMB/article/view/339237>
- Billings, J., Garrick, N. W., & Lownes, N. E. (2013). Changes in travel patterns due to freeway teardown for three North American case studies. *Urban design international*, 18(2), 165-181. <https://doi.org/10.1057/udi.2012.35>
- Brandis García, D. (2018). Grandes proyectos urbanos y desarrollos residenciales: del urbanismo de mercado a un nuevo modelo para Madrid. *Ciudad y territorio: Estudios territoriales*, L(198), 729-745.
- Brandis, D., & Del Río, I. (2000). El ocaso de un espacio industrial central. El ensanche madrileño de Arganzuela a finales del siglo XX. In *Lecturas Geográficas. Homenaje a José Estébanez Álvarez* (pp. 1029-1044). Universidad Complutense.
- Brenner, N. (2009). What is critical urban theory? *City*, 13(2-3), 198-207. <https://doi.org/10.1080/13604810902996466>
- Burgos, F., Garrido, G., & Porras-Isla, F. (2011). *Madrid Río. Un proyecto de transformación urbana*. Turner.
- Burgos, F., Garrido, G., & Porras-Isla, F. (2014). *Paisajes en la ciudad. Madrid Río: geografía, infraestructura y espacio público*. Madrid: Turner.
- Busquet, G., & Garnier, J.-P. (2011). Un pensamiento urbano todavía contemporáneo. Las vicisitudes de la herencia lefebvriana. *Urban*, (2), 41-57.
- Cervero, R. (2009). Transport infrastructure and global competitiveness: Balancing mobility and livability. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 626(1), 210-225. <https://doi.org/10.1177/0002716209344171>
- Cervero, R., Kang, J., & Shively, K. (2009). From elevated freeways to surface boulevards: neighborhood and housing price impacts in San Francisco. *Journal of Urbanism*, 2(1), 31-50. <https://doi.org/10.1080/17549170902833899>
- Cheshire, P. (1995). A new phase of urban development in Western Europe? The evidence for the 1980s. *Urban Studies*, 32(7), 1045-1063. <https://doi.org/10.1080/00420989550012564>
- Cho, M.-R. (2010). The Politics of Urban Nature Restoration. The Case of Cheonggyecheon Restoration in Seoul, Korea. *International Development Planning Review*, 32(2), 145-165. <https://doi.org/10.3828/idpr.2010.05>

- Coca Leicher, J. De, & Fernández Alonso, F. (2011). La renovación del Manzanares: transformaciones y reciclajes urbanos. *Proyecto, Progreso, Arquitectura*, (4), 88-105. <https://doi.org/10.12795/ppa.2011.i4.06>
- Connolly, J. J. (2019). From Jacobs to the Just City: A foundation for challenging the green planning orthodoxy. *Cities*, 91, 64-70. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.05.011>
- Díaz Orueta, F. (2015). Megaproyectos urbanos y modelo de ciudad: El ejemplo de Madrid Río. *Cuaderno urbano*, 19(19), 179-200. <https://doi.org/10.30972/crn.1919813>
- Díaz Orueta, F., & Fainstein, S. S. (2008). The new mega-projects: genesis and impacts. *International journal of urban and regional research*, 32(4), 759-767. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2427.2008.00829.x>
- Donat, C. (2018). La segregación urbana: marco teórico-conceptual y estado de la cuestión. In I. Blanco, O. Nel.lo (Eds.), *Barrios y crisis. Crisis económica, segregación urbana e innovación social en Cataluña* (pp. 27-50). Tirant lo Blanch.
- Feinberg, M. I., & Larson, S. (2019). Madrid Río, El Matadero and the Nature of Urbanization. *Arizona Journal of Hispanic Cultural Studies*, 23(1), 175-190. <http://doi.org/10.1353/hcs.2019.0000>
- Fernández Alonso, F. F., & Paredes, A. V. (2014). Modos y oportunidades de transformación urbana en el sur de Madrid. Atocha, Delicias, Méndez Álvaro, Abroñigal. *Planur-e: territorio, urbanismo, paisaje, sostenibilidad y diseño urbano*, (4), 1-25.
- Fuentes López, L. de (1958). La Canalización del Manzanares. Antecedentes, características y situación actual de las obras. *Revista de Obras Públicas*, 106 tomo I(2921), 549-555.
- Gago Llorente, V. (2013). Los túneles de la M30: más allá de los récords. En: *Madrid. Materia de Debate. 2003-2013. II: Burbuja*. Club de Debates Urbanos. <https://drive.google.com/file/d/0B5rqn7D5eK44cDdid0ZKWTVjemM/edit>.
- Galiana Martín, L., & Vinuesa Angulo, J. (2012). Descentralización y recentralización en espacios metropolitanos maduros: El caso de Madrid. In B. Varela, & J. Vinuesa, *Metrópolis. Dinámicas Urbanas* (pp. 23-48). Universidad Autónoma de Madrid – Universidad de Luján.
- García-Hernández, J. S. (2020). Las lógicas de la producción de la ciudad neoliberal: entre el espacio concebido y el espacio vivido. *Finisterra: Revista Portuguesa de Geografía*, 54(114), 41-58. <https://doi.org/10.18055/Finis20390>
- García Pérez, E. (2014). Gentrificación en Madrid: de la burbuja a la crisis. *Revista de Geografía Norte Grande*, (58), 71-91. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022014000200005>
- Garrido Colmenero, G. (2017). Madrid Río, o el retorno de la urbe a la geografía del Manzanares. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 25(91), 100-117. <https://doi.org/10.33349/2017.0.3883>
- Gintrac, C. (2013). Las aportaciones de la geografía radical y la geografía crítica anglosajona a la teoría urbana. *Urban*, 6, 53-61.
- Gould, K. A., & Lewis, T. L. (2017). *Green gentrification: Urban sustainability and the struggle for environmental justice*. Routledge.
- Hackworth, J. (2007). *The Neoliberal City: Governance, Ideology, and Development in American Urbanism*. Cornell University Press.
- Harvey, D. (2012). *Rebel cities: From the right to the city to the urban revolution*. New York: Verso.
- Hochstenbach, C., & Musterd, S. (2018). Gentrification and the suburbanization of poverty: changing urban geographies through boom and bust periods. *Urban Geography*, 39(1), 26-53. <https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1276718>
- Jiménez, E., & Donat, C. (2018). El estudio de la segregación urbana: estrategia metodológica. In I. Blanco & O. Nel.lo (Eds.), *Barrios y crisis. Crisis económica, segregación urbana e innovación social en Cataluña* (pp. 51-70). Tirant lo Blanch.
- Kang, C. D., & Cervero, R. (2009). From elevated freeway to urban greenway: land value impacts of the CGC project in Seoul, Korea. *Urban Studies*, 46(13), 2771-2794. <https://doi.org/10.1177/0042098009345166>
- Leal, J., & Sorando, D. (2015). Economic crisis, social change and segregation processes in Madrid. In T. Tammaru, M. van Ham, S. Marcińczak & S. Musterd (Eds.), *Socio-Economic Segregation in European Capital Cities: East Meets West* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315758879>




- Leal, J., & Domínguez, M. (2008). Transformaciones económicas y segregación social en Madrid. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, XL(158), 703-725.
- Lees, L., Shin, H., & López-Morales, E. (2016). *Planetary gentrification* (Urban futures). Polity Press.
- Lim, H., Kim, J., Potter, C., & Bae, W. (2013). Urban regeneration and gentrification: Land use impacts of the Cheonggye Stream Restoration Project on the Seoul's central business district. *Habitat International*, (39), 192-200. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2012.12.004>
- López-Gay, A., Andújar-Llosa, A., & Salvati, L. (2020). Residential Mobility, Gentrification and Neighborhood Change in Spanish Cities: A Post-Crisis Perspective. *Spatial Demography*, 8(3), 351-378. <https://doi.org/10.1007/s40980-020-00069-0>
- López-Morales, E. (2011). Gentrification by Ground Rent Dispossession: The shadows cast by large-scale urban renewal in Santiago de Chile. *International Journal of Urban and Regional Research*, 35(2), 330-357. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2427.2010.00961.x>
- López-Morales, E. (2013). Gentrificación en Chile: aportes conceptuales y evidencias para una discusión necesaria. *Revista de Geografía Norte Grande*, (56), 31-52. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022013000300003>
- Loughran, K. (2014). Parks for profit: The high line, growth machines, and the uneven development of urban public spaces. *City & Community*, (13), 49-68. <https://doi.org/10.1111/cico.12050>
- Maloutas, T., & Fujita, K. (2012). *Residential Segregation in Comparative Perspective. Making Sense of Contextual Diversity* (City and Society Series). Ashgate.
- Masenten, D. J. (2004). *Newfound land: urban highway removal and planning the land it uncovers* [Doctoral dissertation]. Massachusetts Institute of Technology.
- Massachusetts Department of Transportation (s.f.). *The Big Dig. Background information, logistics, and statistics for the Central Artery Project*. <https://www.mass.gov/the-big-dig>
- Modai-Snir, T., & Van Ham, M. (2018). Neighbourhood change and spatial polarization: The roles of increasing inequality and divergent urban development. *Cities*, 82, 108-118. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2018.05.009>
- Modai-Snir, T., & Van Ham, M. (2019). Structural and exchange components in processes of Neighbourhood change: A social mobility approach. *Applied Spatial Analysis and Policy*, 12(2), 1-21. <https://doi.org/10.1007/s12061-017-9249-z>
- Mollá Ruiz-Gómez, M. (2013). El Nuevo Madrid: infraestructuras contra naturaleza. *Treballs de la Societat Catalana de Geografia*, (75), 165-184. <http://hdl.handle.net/10486/666091>
- Morcillo Álvarez, D. (2015). Inversión, infraestructuras e imagen en la producción del espacio de centralidad en Madrid. *Ciudades*, 18, 163-181. <https://doi.org/10.24197/ciudades.18.2015.163-181>
- Musterd, S., Marcińczak, S., Van Ham, M., & Tammaru, T. (2017). Socioeconomic segregation in European capital cities. Increasing separation between poor and rich. *Urban Geography*, 38(7), 1062-1083. <https://doi.org/10.1080/02723638.2016.1228371>
- Napolitan, F., & Zegras, P. (2008). Shifting urban priorities? Removal of inner city freeways in the United States. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2046), 68-75. <https://doi.org/10.3141/2046-09>
- Nel.lo, O. (2004). ¿Cambio de siglo, cambio de ciclo? Las grandes ciudades españolas en el umbral del siglo XXI. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, XXXVI(141/142), 523-542.
- Nel.lo Colom, O. (2018). Hacer la ciudad metropolitana: segregación residencial y políticas urbanas en el ámbito metropolitano de Barcelona. *Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales*, L(198), 697-715.
- Pérez Toledo, R. (2020). *Gentrificación verde: el caso Madrid Río*. Trabajo de Fin de Grado - Grado en Fundamentos de Arquitectura y Urbanismo. Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Geodesia - Universidad de Alcalá.
- Piatkowski, R. (2011). *The Third Option: removing urban highways*, Georgia Institute of Technology. School of City and Regional Planning Applied Research Papers.
- Pozo Rivera, E., Rodríguez Moya, J. M. (2018). Impacto de la crisis en los movimientos migratorios en la Comunidad de Madrid (2007-2013). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (77), 229-255. <https://doi.org/10.21138/bage.2540>

- Préteceille, E. (2007). Is gentrification a useful paradigm to analyse social changes in the Paris metropolis? *Environment and Planning A*, 39(1), 10-31. <https://doi.org/10.1068/a3970>
- Rodríguez, G. M. (2014). Qué es y qué no es segregación residencial. Contribuciones para un debate pendiente. *Biblio 3W, Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, XIX(1079).
- Smith, N. (1979). Toward a theory of gentrification. A back to the city movement by capital not people. *Journal of the American Planning Association*, 45(4), 538-548. <https://doi.org/10.1080/01944367908977002>
- Smith, N. (2010). *Uneven development: Nature, capital and the production of space*. University of Georgia Press.
- Soja, E. (2000). *Postmetropolis. Critical Studies of Cities and Regions*. Blackwell.
- Sorando, D. & Leal, J. (2019). Distantes y desiguales: el declive de la mezcla social en Barcelona y Madrid. *Reis. Revista española de investigaciones sociológicas*, (167), 125-148. <https://www.jstor.org/stable/26897735>
- Swyngedouw, E., Moulaert, F., & Rodríguez, A. (2002). Neoliberal urbanization in Europe: large-scale urban development projects and the new urban policy. *Antipode*, 34(3), 542-577. <https://doi.org/10.1111/1467-8330.00254>
- Tajima, K. (2003). New estimates of the demand for urban green space: Implication for valuing the environmental benefits of Boston's Big Dig project. *Journal of Urban Affairs*, 25(5), 641-55. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9906.2003.00006.x>
- Tammaru, T., Van Ham, M., Marcińczak, S., & Musterd, S. (Eds.). (2015). *Socio-economic segregation in European capital cities: East meets West*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315758879>
- Tammaru, T., Marcińczak, S., Aunap, R., Van Ham, M., & Janssen, H. (2020). Relationship between income inequality and residential segregation of socioeconomic groups. *Regional Studies*, 54(4), 450-461. <https://doi.org/10.1080/00343404.2018.1540035>
- Vannuchi, L., & Criekingen, M. V. (2015). Transforming Rio de Janeiro for the Olympics: another path to accumulation by dispossession? *Journal of Urban Research*, (Special issue 7). <https://doi.org/10.4000/articulo.2813>
- Weber, J. (2018). Route change on the American freeway system. *Journal of Transport Geography*, (67), 12-23. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.01.003>
- Zheng, S., & Kahn, M. E. (2013). Does government investment in local public goods spur gentrification? Evidence from Beijing. *Real Estate Economics*, 41(1), 1-28.

**Cita bibliográfica:** Nieto Figueras, C., Cantarero Prados, F. J., & Enrique Sayago, P. (2022). 30 años de LEADER en Andalucía. Diversificación, turismo rural y crecimiento inteligente. *Investigaciones Geográficas*, (78), 239-258. <https://doi.org/10.14198/INGEO.21118>

# 30 años de LEADER en Andalucía. Diversificación, turismo rural y crecimiento inteligente

*30 years of LEADER in Andalusia, Southern Spain. Diversification, rural tourism and smart growth*

Cristina Nieto Figueras<sup>1</sup>   
Francisco José Cantarero Prados<sup>2\*</sup>   
Pablo Enrique Sayago<sup>3</sup> 

## Resumen

Se exponen los principales resultados de un estudio realizado sobre la trayectoria seguida por el método de desarrollo rural LEADER en Andalucía durante sus treinta años de andadura y sobre los retos a los que se enfrentan en los últimos años, a través de los proyectos de diversificación y mejora de la calidad de vida impulsados por los Grupos de Acción Local andaluces. Para ello se analiza la evolución de los proyectos de turismo rural y las distintas opciones ligadas al aprovechamiento turístico de los recursos territoriales, así como su relación con las directrices europeas orientadas a un crecimiento inteligente. Tomando como referencia anteriores investigaciones sobre periodos precedentes, el estudio empírico se centra en las iniciativas impulsadas en las dos últimas fases de implementación de LEADER, analizando para ello las fuentes institucionales y contrastándolas con la información de proyectos, pormenorizada y recogida en los portales en línea de las 51 Zonas Rurales LEADER andaluzas. De los resultados se deduce la consolidación de la tendencia señalada por otros trabajos, referida a la madurez y creciente presencia de las iniciativas turísticas, y el compromiso con la innovación, sostenibilidad y especialización de las actuaciones. Asimismo, se reconocen las dificultades vinculadas a su integración en los Programas de Desarrollo Rural, que requieren propuestas de mejora para el próximo periodo 2023-2027, actualmente en proceso de diseño.

**Palabras clave:** Directrices europeas; partenariado; enfoque ascendente; desarrollo participativo; turismo rural; enfoque LEADER; Andalucía.

## Abstract

This article presents the main results of a study on the trajectory of the LEADER rural development method in Andalusia during its thirty years of existence. Furthermore, it reports on the challenges it has overcome in recent years through the diversification and improvement of the quality of life projects promoted by the Andalusian Local Action Groups. For this purpose, the evolution of rural tourism projects and the different options related to the use of territorial resources are analyzed, together with their connection with European guidelines focused on smart growth. Taking previous research on

1 Departamento de Desarrollo Rural de la Subdirección Técnica. Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (AGAPA), España. [cristina.nieto.figueras@juntadeandalucia.es](mailto:cristina.nieto.figueras@juntadeandalucia.es)

2 Departamento de Geografía. Universidad de Málaga, España. [fjcantarero@uma.es](mailto:fjcantarero@uma.es). \* Autor para correspondencia

3 Departamento de Desarrollo Rural de la Subdirección Técnica. Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (AGAPA), España. [pablo.enrique.sayago@juntadeandalucia.es](mailto:pablo.enrique.sayago@juntadeandalucia.es)

preceding periods as a reference, emphasis is placed on the projects promoted during the last two phases of LEADER implementation, analysing the institutional sources and contrasting them with the detailed information collected in the online portals of the 51 Andalusian LEADER Rural Areas. The results reveal a consolidation of the trend indicated by other studies regarding the maturity and growing presence of tourism initiatives and a commitment to innovation, sustainability and specialisation in investment. In addition, the difficulties associated with their integration into Rural Development Programmes are recognized, requiring improvement proposals for the next period 2023-2027, which is currently in the design process.

**Keywords:** European guidelines; partnership; bottom-up approach; participatory development; rural tourism; LEADER approach; Andalusia.

## 1. Introducción

Desde la última década del pasado siglo, en la política europea de desarrollo rural ha emergido una opción innovadora de intervención pública (Buller, 2002; Cárdenas & Nieto, 2020), reconocida como alternativa al modelo tradicional de gestión pública, cuyo diseño y puesta en marcha han marcado un antes y un después en los objetivos comunitarios de dinamización de los territorios rurales (Cejudo et al., 2019; Ramos & Romero, 1995).

Se trata del método LEADER<sup>4</sup>, impulsado en 1991 como experiencia piloto bajo el formato de Iniciativa Comunitaria, con el fin de promover el desarrollo y la diversificación de las comarcas, apoyando actividades no tradicionales o con un planteamiento innovador, desde el aprovechamiento de los recursos endógenos, y la participación de los actores locales, participantes en la toma de decisiones y en el diseño de las estrategias de desarrollo rural (Abad, 2014), en el denominado enfoque ascendente (López Coteló & López Galán, 2018). LEADER se basa en las siguientes premisas: la perspectiva territorial-supramunicipal, el citado enfoque ascendente, el partenariado, el grupo de acción local (GAL en adelante), la gestión de proximidad, la innovación, la integración en red y la cooperación entre territorios (Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía [AGAPA], 2016; Cejudo et al., 2019).

En sus cinco períodos de implementación, y pese al modesto peso de los fondos asignados en la financiación de la política de desarrollo rural en la que se integra (Cañete et al., 2017), en Europa se ha consolidado este modelo de desarrollo con un rol esencial en la diversificación productiva, en la articulación social y en la generación de capital social (López Coteló & López Galán, 2018; Cejudo et al., 2019). La literatura reconoce sus aportaciones, como su capacidad para incrementar la identidad rural mediante el empoderamiento de la población local (Moscoso, 2005); el impulso al desarrollo local basado en los recursos endógenos (Bosworth et al., 2016); su contribución a la creación de empleo, a la mejora de la calidad de vida o a la conservación del medio ambiente (López Coteló & López Galán, 2018), etc.

En este largo camino, LEADER ha experimentado una evolución también constatada por la investigación científica, bajo la influencia de distintos factores: la crisis económica de 2008 (Berkowitz et al., 2015; Cejudo et al. 2018; Cejudo et al., 2019; Sánchez Zamora et al., 2014; Sánchez Zamora, 2018), su integración como eje transversal en los Programas de Desarrollo Rural (PDR en adelante) (Esparcia & Mesa, 2020), y el reflejo de las reformas de las prioridades europeas en sus políticas públicas (Esparcia, 2011; Esparcia & Escribano, 2011, 2012; Rodríguez, 2001).

Se reconoce el peso determinante de su integración en los PDR, con repercusiones que tanto los GAL como las autoridades de gestión califican de seriamente limitantes (Cañete et al., 2017; Esparcia & Mesa, 2020; Navarro et al., 2014, 2016), como la pérdida de autonomía o la sobrecarga burocrática de los GAL, agravada por la contracción de los recursos financieros de la Unión Europea (UE en adelante) por la crisis (Cejudo et al., 2019). Efectos que requieren mejoras sustantivas en los programas venideros, con el fin de “enfrentar con esperanzas de éxito el ingente reto planteado de frenar la despoblación rural” (Cejudo et al., 2019, p. 14).

<sup>4</sup> “*Liaison Entre Actions de Développement de l’Economie Rurale*” (LEADER), Diario Oficial de las Comunidades Europeas, COM 91/C/14: Comunicación de 15 de marzo de 1991 de la Comisión Europea.



En cuanto a las Políticas Europeas para 2014-2022<sup>5</sup>, su reforma responde a la Estrategia Europa 2020<sup>6</sup>, que aboga por un crecimiento inteligente, sostenible e integrador tras la crisis económica y financiera (Sánchez Zamora & Gallardo Cobos, 2019, 2020). Lo hace invocando las reformas necesarias para estimular el mencionado crecimiento inteligente y la creación de empleo, afrontar las debilidades estructurales de la economía, los retos sociales, y los desafíos vinculados a la globalización, a la presión sobre los recursos y al envejecimiento (Gallardo Cobos, 2018). La Política Agraria Común (PAC en adelante) y dentro de ella la Política de Desarrollo Rural pretenden contribuir a la Estrategia Europa 2020 impulsando un desarrollo más sostenible de los espacios rurales, un sector agrario más innovador y respetuoso con el clima, con mayor capacidad para la mitigación del cambio climático y su adaptación al mismo (Gallardo Cobos, 2014, 2018)<sup>7</sup>. En este contexto, aunque las iniciativas promovidas con LEADER siempre han tributado a sus premisas originales (dinamización social, diversificación productiva, calidad de vida, desarrollo sostenible), los factores generadores de cambio anteriormente mencionados se han dejado sentir.

### 1.1. Hipótesis, objetivo y estructura

En el conjunto de actividades diversificadoras de la economía que han visto la luz con LEADER, las opciones ligadas al aprovechamiento turístico de los recursos territoriales son una de las alternativas preferentes, mostrando en las actuaciones la huella de la evolución del modelo (Foronda Robles, 2006, 2008; Larrubia Vargas et al., 2004; Nieto Figueras & Cantarero, 2021).

En este sentido, se parte de la hipótesis de que los factores de cambio operados en los dos últimos periodos (la crisis económica, la integración de LEADER en los PDR y las nuevas directrices europeas), tienen efectivo impacto en la ejecución del modelo en los territorios andaluces, y en la evolución reciente del turismo rural.

Para tratar de comprobarla, el objetivo de este estudio es conocer la evolución del turismo rural con enfoque LEADER en las actividades de diversificación, atendiendo específicamente los dos últimos periodos en los que confluyen los citados elementos generadores de cambio.

Con este fin, la primera parte del artículo y a modo de contexto realiza una retrospectiva general de la trayectoria seguida por las actuaciones de diversificación, y el papel de la iniciativa turística. A continuación, se analizan las dos últimas etapas: el periodo 2007-2013, último completamente finalizado, y el periodo 2014-2022, actualmente en ejecución.

### 1.2. La evolución del impulso al turismo desde LEADER en Andalucía

En treinta años de andadura LEADER ha experimentado una evolución notoria, plasmada en su expansión territorial (Figura 1), y en los indicadores de contexto y resultados de la Tabla 1.

En el primer periodo (1991-1993), en Andalucía operaron 9 GAL, que invirtieron 32,4 millones de euros públicos para la diversificación de unas áreas que, por condicionantes diversos, se estaban quedando en la periferia de los flujos económicos, por la debilidad inversora y la ausencia de dinámica empresarial (Foronda Robles, 2008; López Coteló & López Galán, 2018; Nieto Figueras, 2021). Con el fin de dinamizar estos territorios, se promovieron 900 iniciativas en actividades de diversificación productiva (AGAPA, 2016). El turismo rural se erigió en la principal alternativa de diversificación de las Estrategias de Desarrollo Local (EDL en adelante) gestionadas por los GAL, destacando la construcción y rehabilitación de viviendas para alojamientos turísticos de diverso tipo, con el 58% de la inversión pública (Caro de la Barrera, 1994).

5 El periodo de programación 2014-2020 es prorrogado hasta 2022 para los programas financiados por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Reglamento (UE) 2020/ del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de diciembre de 2020. <https://www.boe.es/doue/2020/437/L00001-00029.pdf>.

6 Comunicación [COM (2010) 2020 final] denominada Europa 2020: Una estrategia para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador.

7 Diario Oficial de la Unión Europea, DOUE L 347/487, 20 de diciembre de 2013: Reglamento (UE) nº 1305/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (Feader).

Los objetivos de Desarrollo Rural que contribuyen a la Estrategia Europa 2020 para un crecimiento inteligente, sostenible e integrador se enmarcan en las 6 prioridades de Desarrollo Rural de la UE: la transferencia e innovación en el sector agrario y silvícola y en las zonas rurales; la competitividad del sector; la organización de la cadena de distribución de alimentos y la gestión de riesgos; los ecosistemas dependientes del sector agrario y silvícola; la eficiencia de los recursos; la inclusión social, la disminución de la pobreza y el desarrollo de las áreas rurales.

Tabla 1. Evolución de LEADER en Andalucía (1991-2022)

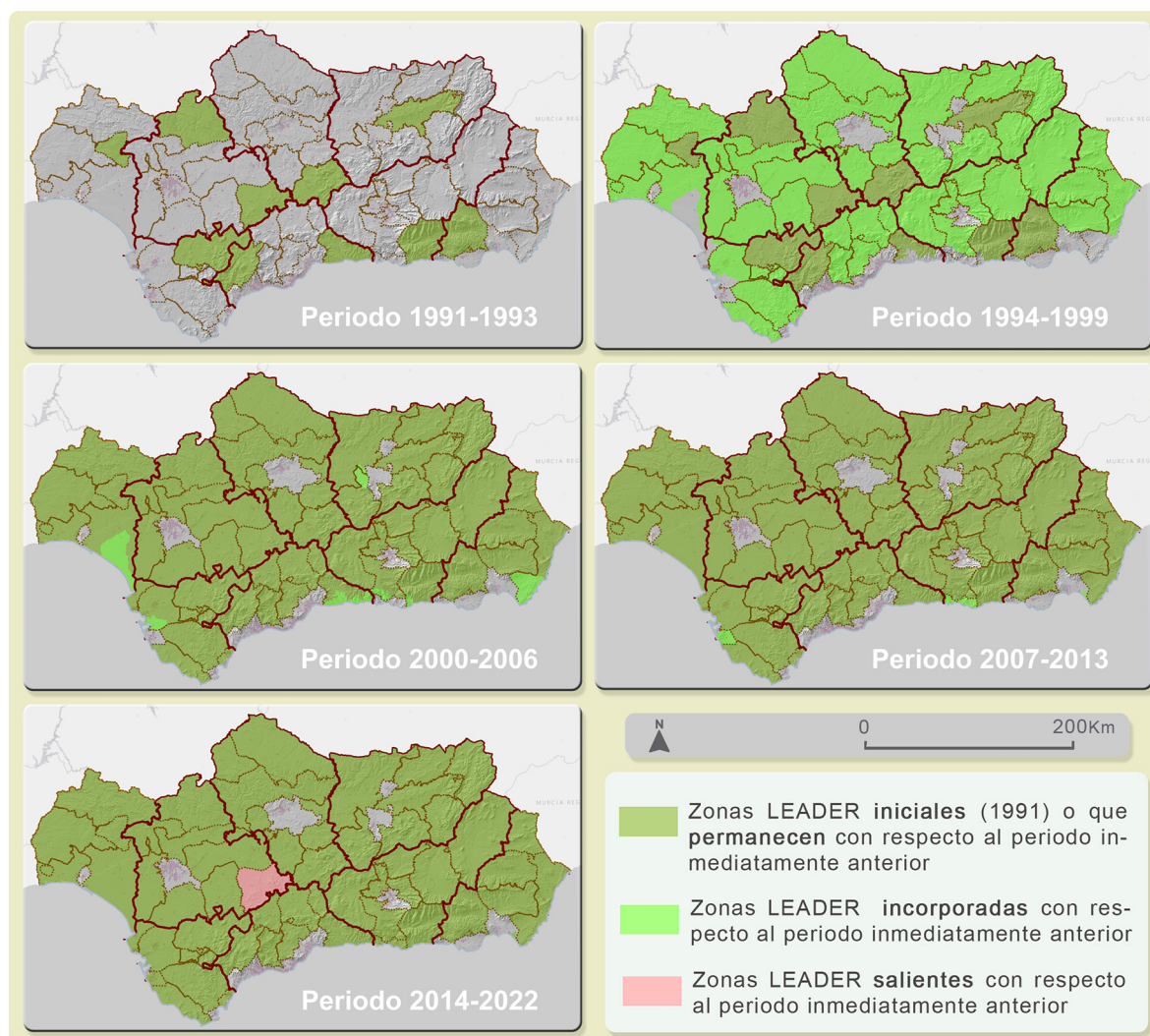
Periodos de programación	N.º ZONAS LEADER	N.º MUNICIPIOS	SUPERFICIE Km <sup>2</sup> (% ANDALUCÍA)	HABITANTES	INVERSIÓN PÚBLICA (MILLONES €)	N.º PROYECTOS	PROYECTOS TURISMO	
							Total	%
Periodo 1 (1991-1993)	9	95	13.436 (15)	571.669	32,39	900	550	61
Periodo 2 (1994-1999)	49	656	78.522 (90)	3.000.000	195,44	6.810	1.500	22
Periodo 3 (2000-2006)	50	693	79.010 (90)	3.100.000	310,28	8.178	613	7,4
Periodo 4 (2007-2013)	52	704	80.267 (92)	4.000.000	209,13	6.227	785	12,6
Periodo 5 (2014-2022) *	51	713	83.029 (95)	4.408.464	257 **	1.806	570	31,5

(\*) Los datos (n.º de proyectos) son de las convocatorias 2017 y 2018, a falta de las siguientes convocatorias

(\*\*) Asignación prevista al principio del periodo de programación.

Fuente: AGAPA (2016 y 2021). Elaboración propia

Figura 1. Evolución territorial LEADER en Andalucía (1991-2022)



Fuente: AGAPA Andalucía (2016). Base cartográfica: Esri, HERE, Garmin, aportantes a OpenStreetMap (2020). Elaboración propia

En el segundo periodo (1994-1999), el modelo se extendió a 47 comarcas, destinando 195,44 millones de euros de inversión pública para el impulso de 6.810 iniciativas (AGAPA, 2016). La actividad turística retrocedió en términos relativos, ocupando el 24% del esfuerzo inversor, debido a la incorporación de nuevos espacios con fuerte base y potencial agrario, lo que se tradujo en una mayor diversificación de las actividades, buena parte de ellas vinculadas a la transformación, procesamiento y/o comercialización de los productos del sector agroalimentario (López Cotelo & López Galán, 2018).

En las actividades turísticas se identificó un doble patrón: por un lado, el de las áreas que ya habían participado en LEADER en la fase anterior; por otro, las que comenzaban a implantar el modelo. En aquellas, emergieron las actividades complementarias y las destinadas a la mejora de la calidad en la oferta existente. En éstas, la iniciativa se centró en las infraestructuras turísticas y servicios de alojamiento, ante su inexistencia y/o escasez (Márquez et al., 2005, 2006; Nieto Figueras & Cantarero, 2021).

El tercer periodo (2000-2006), con 50 GAL, fue el de mayor inversión LEADER en Andalucía, con 310,28 millones de euros públicos, impulsando 8.178 experiencias LEADER, de las cuales 613 apostaron por la actividad turística. La UE priorizó la innovación, la cooperación, la calidad de las intervenciones, su transferibilidad, y la valorización del patrimonio natural y cultural<sup>8</sup>. Estas directrices, unidas a la madurez mostrada por el turismo rural en 15 años de LEADER (Foronda Robles, 2008), se reflejaron en las iniciativas impulsadas, con una amplia diversidad tanto en su tipología, como en el momento procesal del producto turístico: oferta complementaria diversificada, servicios turísticos diferenciados, gestión y conservación del patrimonio cultural y natural identitario como producto turístico, planificación, promoción, comercialización, formación especializada, implantación de sistemas de calidad, etc. (Cejudo & Maroto Martos, 2007; Pulido Fernández, 2005).

En el cuarto periodo (2007-2013), 52 entidades operaron como GAL en comarcas denominadas Zonas Rurales LEADER (ZRL en adelante). Se dejan ver los efectos de la crisis de 2008 en la menor capacidad de riesgo de la iniciativa privada, cuya contracción tiene su correlato en la disposición a emprender y en la inversión pública que la acompaña, reflejándose en la reducción de la inversión pública y en el número de iniciativas: 209 millones de euros y 6.227 proyectos, un retroceso del 32% y 23% respectivamente (Nieto Figueras, 2021). El turismo rural en esta etapa ha sido estudiado en profundidad analizando el nivel de ejecución de proyectos, distribución espacial, creación de empleo y movilización de inversión, concluyendo que esta opción sigue teniendo peso propio en LEADER, con el 12% de los proyectos y el 16,1% de las inversiones (Maroto Martos et al, 2017).

En el quinto periodo (2014-2022), en Andalucía están operando 47 GAL, que gestionan 51 de las 52 ZRL del periodo anterior<sup>9</sup>, siendo que 4 GAL están gestionando 2 comarcas cada uno, y una ZRL no participa de LEADER (Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible [CAGPDS], 2019; Nieto Figueras, 2021). Esta fase se encuentra en ejecución, habiéndose publicado 3 convocatorias anuales de ayudas a emprendedores (correspondientes a los años 2017, 2018 y 2020<sup>10</sup>), y estando en preparación la del año 2022. La de 2017 está resuelta; la de 2018 en fase de resolución provisional. Dada la provisionalidad de los datos solo es posible ofrecer una imagen muy aproximada del periodo, siendo precisa su finalización para obtener resultados concluyentes.

## 2. Metodología

### 2.1. Área de estudio

El área de estudio (Figura 2), es la Comunidad Autónoma de Andalucía, designada por la UE como autoridad de gestión y coordinación de los GAL andaluces, siendo la región con mayor número de Zonas Rurales Leader de Europa, y con mayor heterogeneidad entre ellas (Esparcia & Mesa, 2020), posibilitando analizar realidades muy distintas en una misma unidad administrativa, regidas por una única entidad del mayor nivel de decisión y competencias<sup>11</sup>.

8 Diario Oficial de las Comunidades Europeas. DOUE C 139/05, 14 de abril de 2000. Comunicación de la Comisión a los Estados Miembros por la que se fijan orientaciones sobre la iniciativa comunitaria de desarrollo rural Leader+.

9 Anexo III de la Orden de 19 de enero de 2016, por la que se regula y convoca el procedimiento de selección de los Grupos de Desarrollo Rural candidatos para la elaboración de las Estrategias de Desarrollo Local en la Comunidad Autónoma de Andalucía para el periodo 2014-2020. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía nº 14 de 22/01/2016.

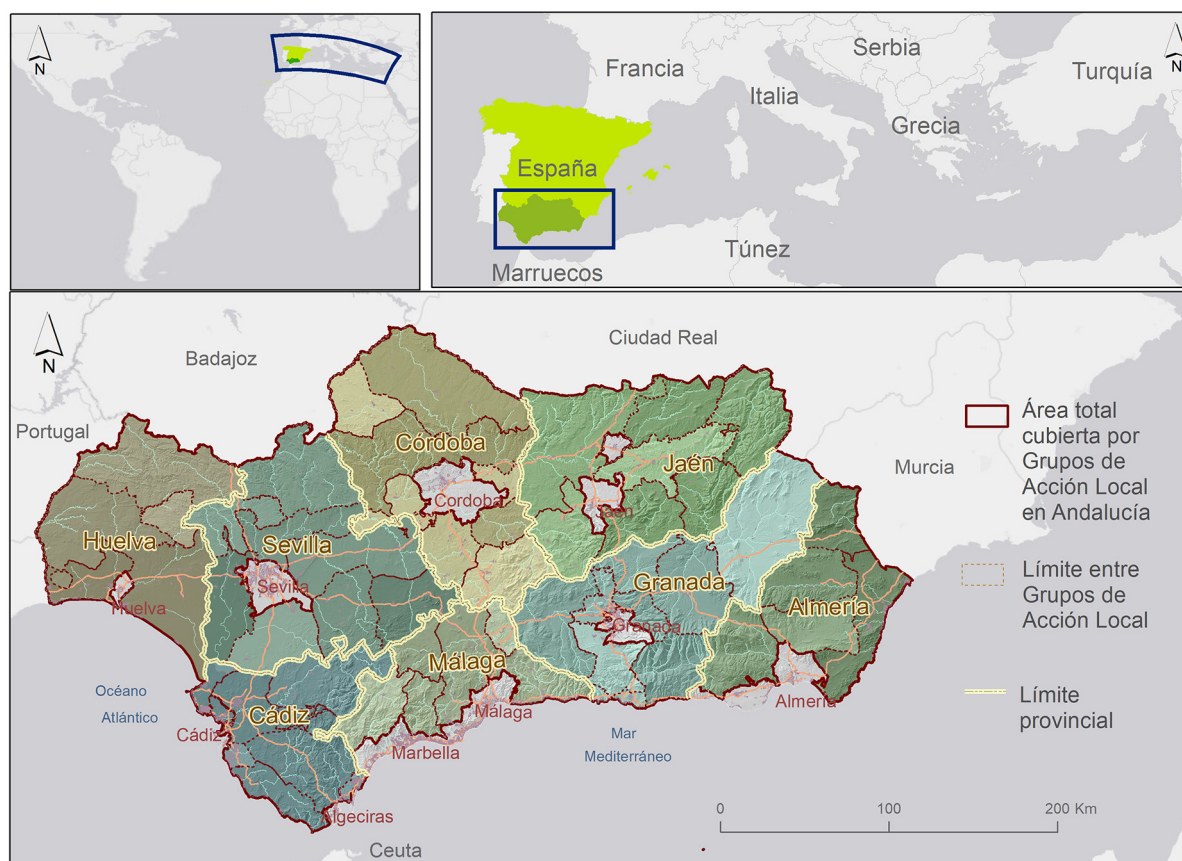
10 La convocatoria de la anualidad 2019, de publicación prevista para el primer trimestre de 2020, se retrasó en gran medida por la COVID 19, que obligó a implantar el trabajo no presencial, con dificultades en los primeros meses (Fuente: Junta de Andalucía).

11 Decisión de Ejecución de la Comisión (C) nº 5741 final, de 10 de agosto de 2015, que se aprueba el programa de desarrollo rural de Andalucía a afectos de la concesión de ayudas al Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural.

## 2.2. El método de trabajo

El estudio aborda específicamente los dos periodos en los que LEADER está integrado en los PDR: el último finalizado (2007-2013) y el actualmente vigente (2014-2022). El primero ofrece información sobre procedimientos completados y certificados por la Unión Europea, arrojando una visión completa y finalista. El segundo se encuentra en plena vigencia, con convocatorias en distinto grado de ejecución, por lo que se presenta una aproximación a partir de la convocatoria finalizada (año 2017) y de los resultados provisionales de la segunda (año 2018).

Figura 2. Área de estudio



Fuente: Esri, HERE, Garmin, aportantes a OpenStreetMap (2020). Elaboración propia

### 2.2.1. El estudio de los resultados del periodo 2007-2013: diversificación y turismo rural.

Se analiza en primer lugar el conjunto de actuaciones de diversificación y el peso que en ellas ocupan opciones como el turismo rural. En segundo lugar, se profundiza en estas últimas, confrontándolas con otras acciones y medidas vinculadas al aprovechamiento turístico de los recursos y las actividades generadas. En las provincias identificadas por su mayor orientación hacia el turismo, se examinan con más detalle las operaciones específicamente catalogadas en el grupo de turismo rural (acción 313), atendiendo a la tipología de los proyectos. Los pasos son:

1. Análisis de las bases de datos proporcionadas por la Administración andaluza (AGAPA, 2016) sobre proyectos ejecutados por los GAL en el periodo 2007-2013.
2. Análisis de: las distintas acciones de diversificación de la medida 413 (Diversificación y calidad de vida); tratamiento que se da al turismo rural, tanto en la acción 313 (fomento de actividades turísticas), como en otras distintas a la misma, por su relación o incidencia en el sector; y el peso en la citada acción 313 de sus subtipologías: 313.1 (Apoyo a empresas del sector turístico); 313.2 (Apoyo a asociaciones empresariales y profesionales turísticas); 313.3 (Dotación y mejora de servicios, infraestructuras, equipamientos y herramientas de apoyo al turismo rural); y 313.4 (Diseño y promoción de paquetes y servicios turísticos).

### 2.2.2. El periodo 2014-2022: marco procesal y primeros resultados

El periodo vigente se ha abordado desde una doble perspectiva: de un lado, analizando el aparato diseñado por la autoridad de gestión para dar respuesta a las prioridades estratégicas comunitarias, con el fin de conocer si se proporciona el marco adecuado para que LEADER les dé cumplimiento. De otro, se hace una breve aproximación a las actuaciones impulsadas en las convocatorias con mayor ejecución, y al peso del turismo rural entre las mismas. Se establecen los siguientes pasos:

1. Revisión del corpus jurídico y reglamentario andaluz, atendiendo la manera en la que las prioridades estratégicas europeas han sido transpuestas a las disposiciones normativas.
2. Exploración de las 51 EDL publicadas en las páginas webs de los GAL andaluces, a las que se puede acceder a través del portal de la Junta de Andalucía<sup>12</sup>, así como de la Asociación Rural de Andalucía (ARA)<sup>13</sup>, que ofrecen información detallada para identificar los instrumentos de evaluación de resultados exigidos por el marco normativo. Con el conocimiento obtenido sobre las propuestas de estos documentos estratégicos, procede analizar en qué medida se han llevado a la práctica, objeto del siguiente paso metodológico.
3. Análisis de los resultados de las 51 EDL, para conocer el posible impacto que la consecución de las directrices comunitarias y los marcos comunes de seguimiento y evaluación inherentes a los PDR, están teniendo en la implementación de LEADER, y en las iniciativas de diversificación y de turismo rural. Para ello se ha de revisar las convocatorias anuales de ayudas a promotores. Dado que las bases de datos no permiten filtrar las actuaciones sectoriales como las de turismo, se debe recurrir a los documentos de líneas de acción, que en cada convocatoria anual elaboran los GAL desarrollando las actuaciones ofertadas a la iniciativa emprendedora, y a las resoluciones de las solicitudes presentadas, disponibles en las páginas web de los GAL. En la fecha de redacción de este trabajo, se ha analizado los resultados definitivos de la convocatoria 2017 y los provisionales de la convocatoria 2018, atendiendo a los nombres y las descripciones de los proyectos con ayuda concedida.

## 3. Resultados

### 3.1. La diversificación LEADER en el periodo 2007-2013

En el periodo 2007-2013 los GAL de Andalucía promovieron 6.227 iniciativas. Su primer nivel de desagregación es el de las medidas LEADER del PDR, en función del objetivo estratégico perseguido: la medida 411 (Competitividad); la 412 (Medio Ambiente y/o utilización sostenible de tierras); y la 413 (Calidad de vida y/o diversificación). La medida 413 concentró el 72,62% de los proyectos (4.522 proyectos), y el 70,66% de las inversiones.

Centrándonos en esta última medida, el siguiente nivel de desagregación es el de las acciones y los grupos de intervención, que identifican las iniciativas de diversificación de un sector u objetivo concreto dentro de la medida, y cuya distribución queda reflejada en la Tabla 2.

Al amparo de la citada medida 413 se promovieron 4.522 proyectos en Andalucía con 147,7 millones de euros públicos. De las 20 acciones y grupos de intervención que la integran (AGAPA, 2016), cuatro concentran el 70% de los proyectos y el 72% de las inversiones. Se trata de las siguientes, ordenadas por su peso en el conjunto de las inversiones: las de apoyo a empresas prestadoras de servicios a la economía y a la población rural (grupo 321.1), el fomento de actividades turísticas (acción 313), la dotación y mejora de servicios, infraestructuras, equipamientos y herramientas para mejorar la calidad de vida (grupo 321.7), y las ayudas a microempresas (grupo 312.1). Dentro de este panorama regional, algunas provincias registran distintos comportamientos en las preferencias mostradas, que pueden apreciarse en la Figura 3.

Jaén presenta la mayor diversidad sectorial, con casi un cuarto de la inversión (24%) en el grupo 312.1 de “ayuda a microempresas”, duplicando la media regional (11,6%), con 199 actuaciones catalogadas en segmentos distintos al turístico (acción 313), y a la producción primaria —en la medida 411 (Competitividad), no incluida en la Tabla 2, circunscrita ésta a la medida 413—. Al analizar la medida 411, se identifican un 35% de iniciativas ligadas al sector primario, proporcionándole servicios especializados, como

12 <https://juntadeandalucia.es/organismos/agriculturaganaderiapescaydesarrollosostenible/areas/desarrollo-rural/marco-andaluz/paginas/lidera-agentes-gdr-contacte.html>

13 <https://www.andaluciarural.org/directorio-gdr/>

laboratorios de análisis; productos fitosanitarios; talleres de reparación y repuestos de maquinaria agrícola, o dedicándose a la elaboración, procesado, transformación industrial, comercialización y/o distribución de productos agropecuarios: industrias cárnicas y embutidos; panadería/repostería; producción de biodiesel a partir de subproductos procedentes de la actividad ganadera y agrícola; así como carpintería, cosmética y derivados de la aceituna. A este respecto, conviene recordar la importancia del sector primario en esta provincia, que entre otros aspectos es la mayor productora de aceite de oliva de España, con el 20% de la producción mundial (AGAPA, 2020), y generando un amplio conjunto de actividades relacionadas con la olivicultura, su producción y comercialización. La medida en que las actuaciones LEADER complementan éste u otros sectores constituye un interesante punto de partida para posteriores estudios.

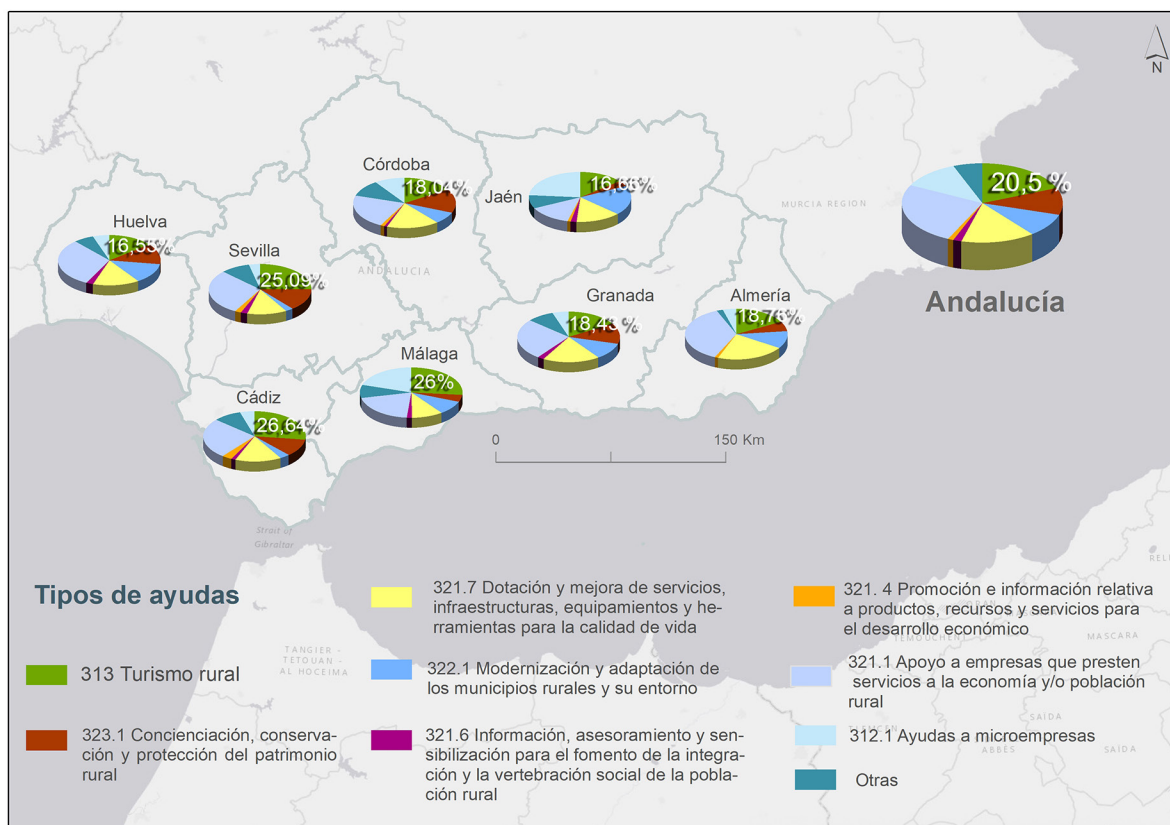
Tabla 2. Principales acciones LEADER de diversificación productiva en Andalucía y provincias

Medidas*	312.1	313	321.4	321.6	321.7	322.1	323.1	321.1	Otras
<b>ANDALUCÍA</b>									
nº proyectos	725	783	110	155	695	320	385	967	186
%	16,03	17,32	2,43	3,43	15,37	7,08	8,51	302,19	19,23
% Inversión	11,62	20,50	1,34	2,17	19,23	8,16	7,93	259,61	3,61
<b>ALMERÍA</b>									
nº proyectos	31	50	8	7	99	23	40	36	-14
%	9,78	15,77	2,52	2,21	31,23	7,26	12,62	156,52	-38,89
% Inversión	5,99	18,76	1,28	0,96	25,81	8,18	4,66	390,08	41,20
<b>CÁDIZ</b>									
nº proyectos	21	71	11	6	44	6	17	77	6
%	7,45	25,18	3,90	2,13	15,60	2,13	6,03	1283,33	7,79
% Inversión	6,42	26,64	3,36	1,72	19,31	3,26	9,02	624,62	-30,78
<b>CÓRDOBA</b>									
nº proyectos	125	81	10	9	92	26	83	113	32
%	21,26	13,78	1,70	1,53	15,65	4,42	14,12	434,62	28,32
% Inversión	12,24	18,04	1,44	1,22	21,40	6,72	11,44	270,28	0,63
<b>GRANADA</b>									
nº proyectos	68	91	7	16	90	70	66	129	32
%	10,95	15,40	1,13	2,58	14,49	11,27	10,63	184,29	24,81
% Inversión	7,01	16,55	0,25	2,32	23,08	9,33	9,67	221,90	10,96
<b>HUELVA</b>									
nº proyectos	68	181	8	23	85	50	44	181	90
%	11,51	30,63	1,35	3,89	14,38	8,46	7,45	362,00	49,72
% Inversión	7,15	25,61	0,78	2,72	19,21	10,97	9,97	233,55	35,39
<b>JAÉN</b>									
nº proyectos	199	174	31	58	118	90	50	89	-84
%	22,95	20,07	3,58	6,69	13,61	10,38	5,77	98,89	-94,38
% Inversión	24,07	16,66	1,47	2,56	17,45	14,56	2,97	95,52	-19,31
<b>MÁLAGA</b>									
nº proyectos	140	101	10	13	91	43	19	113	12
%	24,22	17,47	1,73	2,25	15,74	7,44	3,29	262,79	10,62
% Inversión	21,48	26,00	0,48	2,37	12,44	7,77	3,26	261,50	-27,92
<b>SEVILLA</b>									
nº proyectos	73	118	27	24	76	12	66	222	105
%	10,77	17,40	3,98	3,54	11,21	1,77	9,73	-	47,30
% Inversión	4,99	25,09	2,28	2,70	16,73	2,51	11,35	945,71	-4,07

\* 312.1 Ayudas microempresas; 313 Fomento actividades turísticas; 321.4 Promoción y servicios desarrollo económico; 321.6 Vertebración social; 321.7 Servicios y equipamientos calidad vida; 322.1 Modernización municipios y entorno; 323.1 Patrimonio rural; 321.1 Empresas de servicios y economía rural

Fuente: AGAPA (2016). Elaboración propia

Figura 3. Inversión pública en proyectos de diversificación con enfoque LEADER: Andalucía y provincias



Fuente: AGAPA (2016). Base cartográfica: Esri, HERE, Garmin, aportantes a OpenStreetMap (2020). Elaboración propia

En las comarcas almerienses predominan los proyectos relacionados con la prestación de servicios e infraestructuras de mejora de la calidad de vida (grupo 321.1 y grupo 321.7), con casi el 58% de las inversiones, frente al 40% del conjunto andaluz. Estas categorías integran actuaciones de mejora, modernización y/o adquisición de equipamientos e infraestructuras de los municipios, en las que la iniciativa procede, en el 97% de los proyectos, de promotores públicos: ayuntamientos, diputaciones y mancomunidades. Según otros autores, podría mostrar una tendencia a compensar con LEADER la insuficiente cobertura de estos servicios por parte de fuentes institucionales de mayor escala competencial (Cañete et al., 2017).

En Cádiz, Málaga y Sevilla el turismo rural (acción 313) aglutina más de la cuarta parte de la inversión, ante el 20,5% de la media regional, orientación analizada en el siguiente apartado.

Estos contrastes entre provincias merecen atención específica en estudios más detallados, para tratar de concretar las razones que los promueven, y que sitúan a unos territorios provinciales en determinados posicionamientos con respecto al promedio de la Comunidad Autónoma.

### 3.2. El turismo impulsado con LEADER en el periodo 2007-2013

Las bases de datos institucionales registran las iniciativas de acuerdo a la codificación anteriormente citada de medidas, grupos de intervención y acciones excluyentes entre sí. Así, la acción 313, con 783 actuaciones turísticas, excluye muchas operaciones con vinculación a la generación de una oferta turística de calidad, al aprovechamiento sostenible de los recursos territoriales, o a la conformación de entornos más atractivos para la demanda turística, pero codificadas bajo otras medidas y acciones: la 323.1 de “concienciación, conservación y protección del patrimonio rural”; la 322.1 de “modernización y adaptación de los municipios rurales y su entorno”; y la 312.1 de “ayuda a microempresas”, que respectivamente integran 385, 320 y 725 proyectos. Al codificar las actuaciones con una referencia excluyente, la exploración de los datos así consignados ofrece una estimación a la baja.

Lo mismo ocurre al ascender en la catalogación, atendiendo a los ejes y medidas. Así ocurre con el eje 2 y su medida 412, de “medio ambiente/utilización sostenible de tierras”, donde los GAL han impulsado

131 proyectos de conservación de la naturaleza y el paisaje en explotaciones agrícolas y ganaderas y en zonas forestales. Aunque estas iniciativas han dejado 3,9 millones de euros en las comarcas, apenas un 2% de la inversión pública LEADER (AGAPA, 2016), han contribuido al mantenimiento de otras ayudas del PDR distintas a LEADER: las ayudas agroambientales y del medio forestal, que han destinado 704 millones de euros públicos a la mejora ambiental de las explotaciones y los entornos rurales<sup>14</sup>. Estas ayudas exigen el cumplimiento de compromisos respetuosos con el medio ambiente, siendo aquí donde intervienen las iniciativas de la medida 412, dando apoyo técnico desde LEADER a los titulares de las explotaciones para su cumplimiento. De este modo y en el marco del acervo normativo comunitario de obligado cumplimiento<sup>15</sup>, las inversiones de esta medida LEADER, tenían como objetivo reforzar el carácter de utilidad pública de las áreas de influencia de los espacios naturales, las zonas Natura 2000, y las zonas de alto valor ambiental. Según se deduce, estos proyectos LEADER tienen una importancia cualitativamente mayor a la que representa la inversión directa asociada, a través de su efecto en la mejora ambiental de los entornos rurales como posible destino turístico, especialmente para una demanda cada vez más especializada, exigente, y comprometida con el medio ambiente y el cambio climático. En este sentido, resulta de interés profundizar sobre esta realidad, mediante estudios ulteriores que permitan calibrar con mayor exactitud dicho impacto.

Otros investigadores ante esta misma limitación de las bases de datos, han prescindido de las operaciones no adscritas a la acción 313 para evitar ambigüedades o imprecisiones (Cejudo et al., 2019). Con el conocimiento aportado por estas investigaciones, se pretende complementar el análisis desde un doble acercamiento. Por un lado, confrontando los proyectos de la acción 313, con aquéllos que se han denominado “asimilables” o “transversales” al aprovechamiento turístico, entendiendo que contribuyen a mejorar la oferta y el destino, o abordan ramas de actividad estrechamente vinculadas al desarrollo de un sector, el turismo rural, que en 30 años de LEADER en Andalucía ha ganado en madurez y sofisticación, participando en la generación de un tejido empresarial importante en las comarcas rurales. Tratamiento que se aproxima al efectuado en otros trabajos, al detectar la confluencia de actividades no turísticas con la emergencia de iniciativas propiamente turísticas (Belligiano & Rubertis, 2016; Hortelano, 2019).

En consonancia con este planteamiento, se han considerado todos los proyectos integrados en el grupo 323.1 (patrimonio rural), así como parte de las actuaciones de los grupos 322.1 (modernización de los municipios y su entorno) y 312.1 (ayudas a microempresas), seleccionadas de acuerdo a la definición que de las mismas ofrecen las fuentes consultadas. La información resultante aparece en la Tabla 3.

Respecto del grupo 322.1, 160 de sus 320 proyectos contribuyen a la conformación de una oferta turística de calidad o a mejorar los entornos como destino turístico, según se desprende de la denominación que define cada actuación, con ejemplos como: construcción, rehabilitación o embellecimiento de elementos patrimoniales (miradores, paseos, parques); puesta en valor turístico de los municipios; creación de espacios monumentales; recuperación ambiental de entornos para uso turístico; o acondicionamiento de enclaves naturales, entre otros. De las 725 iniciativas del grupo 312.1 de ayuda a microempresas, 115 impulsan la creación, mejora o diversificación de pequeñas empresas dedicadas a diversas alternativas de promoción del ocio y la recreación, así como otras destinadas a la formación en turismo, que podrían haber sido catalogadas en la acción 313 (turismo rural).

Considerando únicamente los proyectos de la acción 313 (turismo rural), éstos representan el 20,5% de las inversiones andaluzas en la medida de diversificación y calidad de vida (413), valor superado por tres provincias: Sevilla (25,09%); Málaga (26%) y Cádiz (26,64%). Al incluir las actuaciones “asimilables”, el peso de las inversiones asociadas representa el 34,57% de la medida 413 de diversificación en el promedio regional. Descendiendo al nivel provincial y según esta consideración, de las tres provincias con mayor peso de la inversión en turismo (Cádiz, Sevilla y Málaga), las dos primeras superan ampliamente los valores andaluces, y la última se le acerca con más del tercio de las inversiones. La relativamente menor importancia de estas inversiones en Málaga frente a Cádiz y Sevilla, podría relacionarse con la mayor presencia en la economía provincial de otros sectores como la construcción y los servicios asociados, con peso específico en el eje malacitano de la Costa del Sol, ligado entre otros factores a la creciente demanda del turismo residencial (Cantarero et al., 2021), y que supone un foco de generación de actividad

14 Junta de Andalucía (2016). Informe de Evaluación expost del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2007-2013.

15 Reglamento 1698/2005 del Consejo de 20 de septiembre de 2005 relativo a la ayuda al desarrollo rural a través del Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER).



potencialmente extensivo al territorio provincial, pudiendo tener su correlato con las inversiones LEADER. Se trata de una cuestión que debería explorarse, analizando el impacto que estos sectores asociados a la construcción entre otros, tienen en los proyectos LEADER de diversificación.

Tabla 3. Proyectos LEADER de turismo rural y asimilables

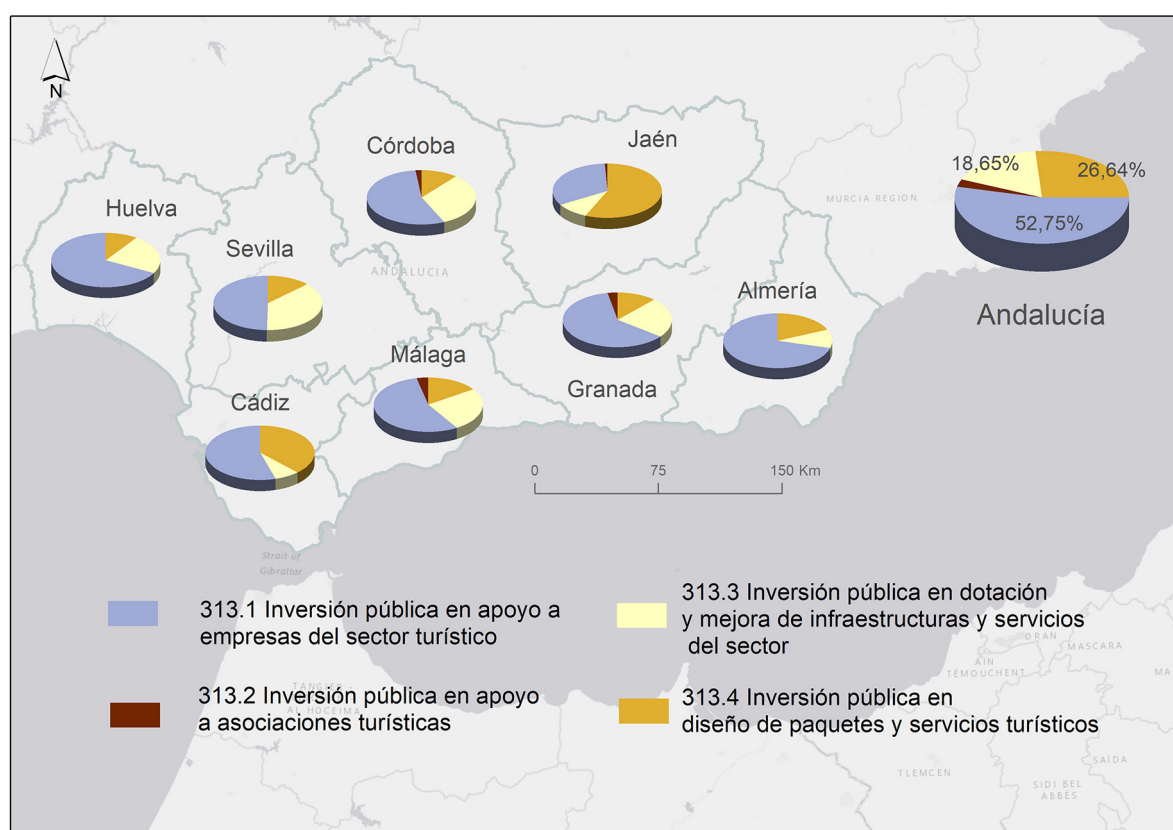
	PROYECTOS LEADER	MEDIDAS *					
		413	TURISMO Y ASIMILABLES				
			313	322.1	323.1	312.1	TOTAL
ANDALUCÍA							
nº proyectos	6.227	4.522	783	160	385	115	1.443
%		72,62	17,32	3,53	8,51	2,54	31,91
Inv. Pública (Millones €)	209,135	147,78	30,28	6,3	11,78	2,76	51,09
%		70,66	20,50	4,27	7,93	1,87	34,57
ALMERÍA							
nº proyectos	396	317	50	10	40	9	109
%	6,36	80,05	15,77	3,15	12,62	2,84	34,38
% Inversión	8,18	72,06	18,76	3,85	4,66	1,56	26,60
CÁDIZ							
nº proyectos	526	282	71	2	17	4	94
%	8,45	53,61	25,18	0,70	6,03	1,42	33,33
% Inversión	8,63	61,90	26,64	1,26	9,02	0,29	36,20
CÓRDOBA							
nº proyectos	785	588	81	12	83	11	187
%	12,61	74,90	13,78	2,04	14,12	1,87	31,80
% Inversión	12,79	70,29	18,04	4,32	11,44	0,34	33,20
GRANADA							
nº proyectos	912	621	97	37	66	11	211
%	14,65	68,09	15,62	5,95	10,63	1,77	33,98
% Inversión	16,92	69,23	18,43	4,33	9,67	0,27	26,20
HUELVA							
nº proyectos	764	591	91	24	44	4	163
%	12,27	77,36	15,40	4,06	7,45	0,68	27,58
% Inversión	10,10	76,19	16,55	6,47	9,97	0,16	33,03
JAÉN							
nº proyectos	1.108	867	174	46	50	30	300
%	17,79	78,25	20,07	5,30	5,77	3,46	34,60
% Inversión	15,09	75,34	16,66	9,56	2,97	1,09	29,19
SEVILLA							
nº proyectos	910	678	118	7	66	14	205
%	14,61	74,51	17,40	1,03	9,73	2,06	30,24
% Inversión	16,07	72,37	25,09	1,91	11,35	0,30	38,36
MÁLAGA							
nº proyectos	826	578	101	22	19	32	174
%	13,26	69,98	17,47	3,80	3,29	5,54	25,56
% Inversión	12,22	65,69	26,00	4,13	3,26	1,17	33,43

\* Medidas: 413: Calidad de vida y/o diversificación; 313: Turismo Rural; 322.1: Modernización de municipios y entorno; 323.1: Patrimonio rural; 312.1: Ayudas a micro-empresas

Fuente: AGAPA Andalucía (2016). Elaboración propia

En un segundo acercamiento al turismo con enfoque LEADER, se ahonda en la tipología de proyectos turísticos de la acción 313, agrupados por las bases de datos en las siguientes subcategorías: apoyo a empresas turísticas (313.1); apoyo a asociaciones turísticas (313.2); dotación y mejora de infraestructuras y servicios del sector (313.3); y diseño de paquetes y servicios turísticos (313.4). De acuerdo con esta categorización, la Figura 4 refleja la distribución de los proyectos por tipología en Andalucía y en las ocho provincias. En el conjunto regional el apoyo directo a las empresas de turismo (313.1) concentra el 52% de los proyectos. Sin embargo, no es nada desdeñable el conjunto de operaciones relacionadas con el impulso y diseño de paquetes y servicios turísticos (313.3 y 313.4), que suman el 45% de las iniciativas. Se recuerda que este tipo de actuaciones empezaron a emerger en el segundo periodo de LEADER complementando a las de alojamiento y restauración, ganando importancia a la par que el turismo rural se consolida y madura en los territorios (Foronda Robles, 2008). Prestando atención a las tres provincias con mayor peso de las inversiones LEADER en turismo (Málaga, Sevilla y Cádiz), éstas muestran un peso variable del grupo de actividades complementarias (servicios y paquetes turísticos, 313.3 y 313.4), con respectivamente el 38,6, 50 y 43,6% de las actuaciones de turismo.

Figura 4. Tipología de proyectos LEADER de Turismo Rural en Andalucía y las 8 provincias



Fuente: AGAPA (2016). Base cartográfica: Esri, HERE, Garmin, aportantes a OpenStreetMap (2020). Elaboración propia.

Se profundiza en el análisis con un tercer nivel de acercamiento en las comarcas LEADER, explorando la denominación de los proyectos en las páginas web de los GAL, en un procedimiento cuyos resultados para Málaga fueron presentados con anterioridad (Nieto Figueras & Cantarero, 2021), y ahora se amplían con las otras dos provincias identificadas por su mayor orientación al turismo y actividades asimilables: Sevilla y Cádiz. Sus resultados aparecen en la Figura 5.

Al analizar los proyectos de la acción 313 (turismo rural) de las tres provincias —76 de Cádiz, 101 de Málaga y 118 de Sevilla—, se ha identificado en el 63, 68 y 59% de las iniciativas respectivamente, una serie de orientaciones que les confieren innovación, singularidad y especialización, y que se han agrupado bajo las siguientes categorías:

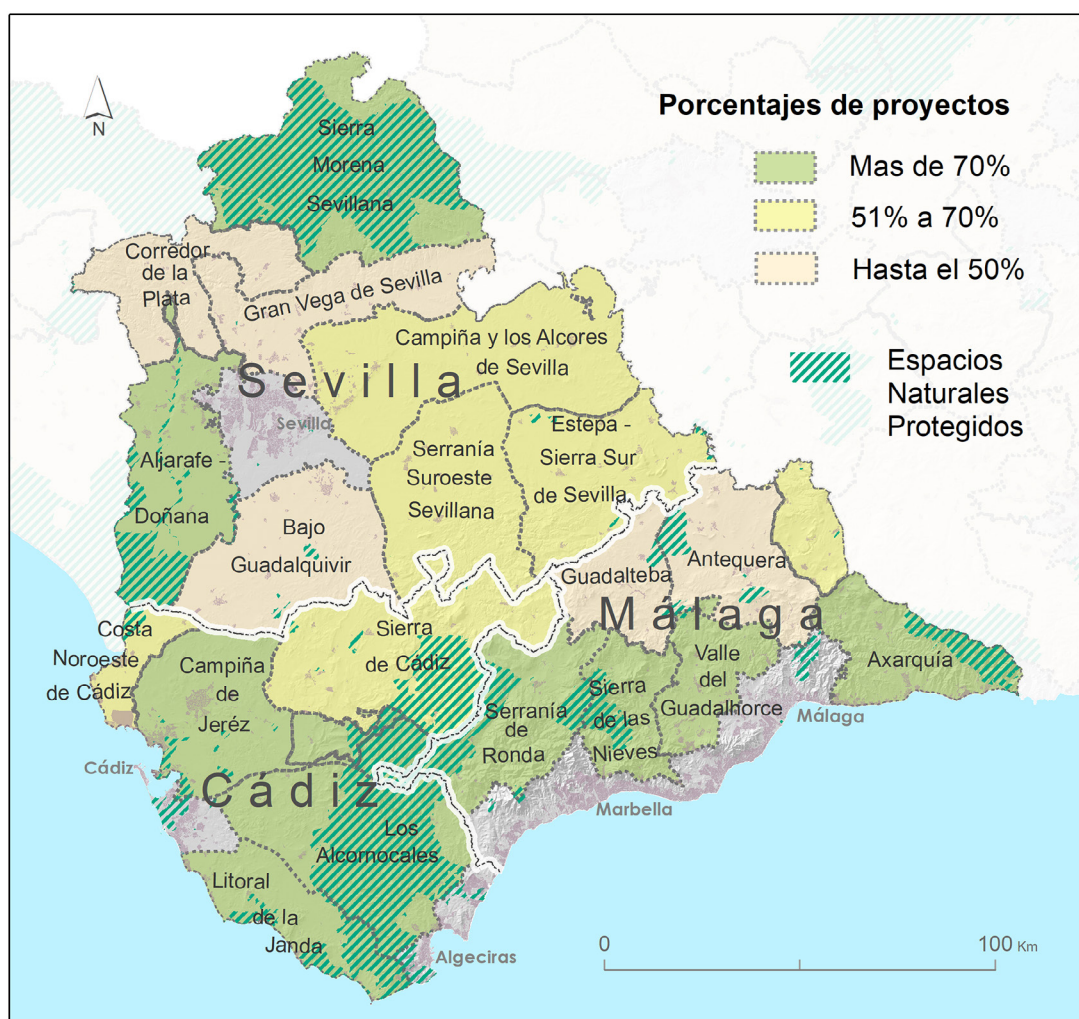
1. La búsqueda de la sostenibilidad, la mitigación del cambio climático y la puesta en valor de los recursos territoriales, incorporando un planteamiento integrador fundamentado en la conservación

y aprovechamiento de los recursos, incluyendo los naturales, trabajando en la construcción de una identidad propia del territorio, elemento en alza en la conformación de un producto turístico de calidad. En este sentido, las 80 iniciativas de turismo activo en los espacios naturales, turismo etnográfico, turismo cinegético o turismo de salud y belleza entre otras, incrementan la especialización y diversificación del producto turístico ofertado por las comarcas.

2. La innovación en sentido amplio para mejorar los resultados de las empresas y la eficacia del destino. Se identifican 85 iniciativas diversas, que implantan sistemas integrales de calidad, fórmulas innovadoras en la comercialización, o nuevas tecnologías de promoción y difusión, implementadas en las empresas de servicios turísticos, alojamientos, y oferta complementaria.
3. La promoción y búsqueda de modelos productivos más integrables en la experiencia turística, favoreciendo la implantación y desarrollo de 27 proyectos de turismo experiencial que se basan en la puesta en valor del sector agroalimentario local, con sus modalidades de agroturismo, ecoturismo, o turismo enológico, entre otros.

Este mismo análisis se ha efectuado a escala de los GAL, expresando los resultados en la Figura 5, que representa los GAL según el peso de los proyectos con alguna de estas orientaciones en el conjunto de las actividades turísticas (acción 313). Destacan los GAL de las zonas de influencia de superficies con espacio natural protegido, donde el recurso natural y su valorización sostenible focaliza buena parte de las iniciativas, así como aquéllas que acogen a determinados sectores o aprovechamientos singulares de los entornos, estrechamente ligados a elementos de la cultura, el patrimonio local o la gastronomía.

Figura 5. Innovación, sostenibilidad y especialización del turismo con enfoque LEADER



Fuente: AGAPA (2016). Base cartográfica: Esri, HERE, Garmin, aportantes a OpenStreetMap (2020). Elaboración propia

En Cádiz sobresalen Los Alcornocales, Janda Litoral y Costa Noroeste, con más del 80% de los proyectos presentando algunos de los elementos señalados de singularidad y especialización, conjugando la protección de los espacios naturales y su aprovechamiento sostenible. Se suma Campiña de Jerez, comarca donde más de la mitad de las actuaciones están vinculadas al sector vitivinícola, con importancia creciente del enoturismo entre otras opciones relacionadas.

En la provincia de Sevilla, despuntan con rotundidad los GAL de Aljarafe-Doñana y Sierra Morena, cuyas estrategias de turismo rural son deudoras de sus entornos protegidos, al que en mayor o menor medida responden respectivamente el 76% y el 72% de las actuaciones.

Y en Málaga, ocupan un destacado primer lugar los LEADER de Axarquía, Serranía de Ronda, Sierra de Las Nieves y Valle del Guadalhorce, con el 72%, el 75%, el 79% y el 87,5% de los proyectos de turismo: en los tres primeros apreciándose la impronta del espacio natural, el último con un peso destacado de actuaciones de turismo experiencial basado en el sector agroalimentario local.

En las tres provincias puede constatarse la consolidación de la tendencia ya iniciada en la fase precedente 2000-2006, en la que las actuaciones de turismo comenzaban a acompañarse de otras operaciones vinculadas a la puesta en valor de los recursos comarcales en el más amplio sentido, persiguiendo la diferenciación de los proyectos y el diseño de destinos turísticos de calidad (Cejudo & Maroto Martos, 2007; Márquez et al., 2005; Pulido Fernández, 2005).

### 3.3. LEADER en 2014-2022: directrices comunitarias, diversificación y turismo rural

La Política Europea de Desarrollo rural para el periodo 2014-2022, aboga por un crecimiento inteligente e integrador de las áreas rurales<sup>16</sup>. Para servir a este propósito, las directrices comunitarias establecen las prioridades de transferencia, innovación y competitividad en la agricultura; mejora de la organización de la cadena de distribución de alimentos; eficiencia de los recursos, inclusión social y desarrollo de las zonas rurales (Gallardo Cobos, 2014), objetivos de obligado cumplimiento por parte de los gestores de desarrollo rural de todas las escalas competenciales, incluyendo los GAL<sup>17</sup>. Con esta pretensión, una de las novedades del periodo es la autoevaluación permanente, para facilitar la “corrección y adecuación de las estrategias propuestas” (Cejudo et al., 2019, p.13) al logro de estos fines.

En este contexto, la Junta de Andalucía como autoridad de gestión, instruyó mecanismos<sup>18</sup> tanto en el diseño de las EDL como en su implementación territorial por parte de los GAL<sup>19</sup> a través de convocatorias anuales, con requisitos específicos y cuantificables para que las actuaciones LEADER contribuyan a la consecución de las citadas prioridades. Del mismo modo, las bases reguladoras de las convocatorias anuales establecen que los proyectos subvencionables han de contribuir a la realización de la Estrategia Europa 2020 a través de sus objetivos transversales prioritarios, detallando la tipología y características de las actuaciones que podrán ser objeto de ayuda, entre otras cuestiones. El procedimiento así establecido presenta instrumentos enfocados a garantizar el discurrir de LEADER hacia los fines de crecimiento inteligente de las áreas rurales.

La revisión de las 51 EDL ha permitido constatar que éstas incorporan los siguientes contenidos mínimos: objetivos específicos para el desarrollo de la comarca, integrando los objetivos transversales de innovación, medio ambiente, lucha contra el cambio climático, igualdad de oportunidades, y mejora de la situación de la población joven; tipología de proyectos susceptibles de apoyo y criterios para su priorización, relacionados con los objetivos transversales, destinando obligatoriamente un mínimo del 40% de

16 Véase cita 5.

17 Reglamento de Ejecución (UE) n° 215/2014 de la Comisión, de 7 de marzo de 2014, por el que se establecen las modalidades de aplicación del Reglamento (UE) n° 1303/2013 del Parlamento y del Consejo, por el que se establecen disposiciones comunes relativas al Fondo Europeo de Desarrollo Regional, al Fondo Social Europeo, al Fondo de Cohesión, al Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural, y al Fondo Europeo Marítimo y de la Pesca. En Diario Oficial de la Unión Europea, DOUE L 69/65, 8 de marzo de 2014.

18 Orden de 19 de enero de 2016, por la que se regula y convoca el procedimiento de selección de los Grupos de Desarrollo Rural Candidatos para la elaboración de las Estrategias de Desarrollo Local en la Comunidad Autónoma de Andalucía para el periodo 2014-2020 y la concesión de la ayuda preparatoria. En BOJA n° 14, de 22 de enero de 2016.

Orden de 7 de noviembre de 2016, por la que se regula el procedimiento de selección de las Estrategias de Desarrollo Local Leader y el reconocimiento de los Grupos de Desarrollo Rural de Andalucía en el marco de la medida 19 del Programa de Desarrollo Rural de Andalucía 2014-2020. En BOJA n° 215, de 9 de noviembre de 2016. Artículo 5.6, requisitos de las EDL Leader.

19 En Andalucía, los Grupos de Acción Local son denominados Grupos de Desarrollo Rural (GDR). Para evitar la profusión de acrónimos en este trabajo se ha optado por seguir utilizando el acrónimo GAL.

los fondos a la adaptación al cambio climático y su mitigación; mecanismos de seguimiento y evaluación, con indicadores de ejecución aplicables a todos los proyectos y operaciones.

A modo de ejemplo, 812 de las líneas propuestas en las EDL (el 89% del total), incluyen criterios de selección que priorizan la contribución a la lucha contra el cambio climático, a la sostenibilidad y a la innovación. Estas líneas proponen actuaciones muy diversas, entre las cuales pueden destacarse: iniciativas basadas en la puesta en valor de los recursos endógenos y la conservación del patrimonio natural; proyectos que incidan en la sensibilización sobre aspectos medioambientales; experiencias que mejoren la sostenibilidad, la eficiencia energética, y la gestión de los recursos naturales en las PYME; actividades que incorporen la innovación en los procesos, productos, marketing y organización, etc. (Junta de Andalucía, 2019). Escenario que, al menos en teoría, parece adecuado para un mayor desarrollo de orientaciones detectadas en el periodo anterior, que aportaban a las iniciativas turísticas elementos de innovación, singularidad y especialización.

Analizados los elementos previos —marco normativo e instrumental y propuestas estratégicas LEADER—, interesa conocer el resultado de su materialización en los territorios, revisando la premisa de partida: la existencia de correlación entre las iniciativas impulsadas con LEADER, entre ellas las de turismo, y los factores de cambio ya señalados —integración en los PDR, nuevas exigencias europeas, contracción de los fondos públicos—.

En lo que respecta a la implementación de las EDL, por el momento se avanzan apuntes meramente descriptivos sobre las convocatorias publicadas hasta la fecha. La primera convocatoria se publicó en 2017, tres años después del inicio del periodo, reflejo de la tardía aprobación de los PDR, que dilató la puesta en marcha de LEADER en la mayoría del país (Esparcia & Mesa, 2020). También relacionado con la compleja adaptación al PDR, algunas Zonas Rurales LEADER padecieron especialmente las consecuencias de estas dificultades, hasta el punto de comenzar su actividad en 2019 y 2020, y en un caso la comarca dejó de participar en el programa<sup>20</sup>. Este irregular comienzo del periodo actual, determina importantes desfases territoriales en el grado de implementación de las convocatorias hasta ahora publicadas, por lo que el análisis de impacto territorial debe esperar a que el periodo esté más avanzado, y las disparidades se minimicen.

Los resultados definitivos de la convocatoria 2017 y los provisionales de la convocatoria 2018, arrojan un total de 1.806 actuaciones con ayuda concedida, disponibles en las páginas web de los GAL. Para conocer la vinculación de estos proyectos con las prioridades estratégicas europeas, se han analizado en cada caso las operaciones elegibles: esto es, las actuaciones del proyecto cuyo gasto recibe subvención LEADER. En este sentido, se observa lo siguiente:

De los 1.806 proyectos aprobados, el 53,6% (969) son actuaciones de diversificación, creación y mejora de la competitividad de las actividades productivas no agrarias ni forestales. En este grupo destacan las 570 de turismo —el 58% del total—, de las cuales el 57% abordan la especialización, diversificación y mejora de la eficiencia energética de las iniciativas de aprovechamiento sostenible del patrimonio natural y cultural; el 31% introduce soluciones innovadoras como los medios digitales no presenciales para mejorar el resultado de las empresas de servicios turísticos y oferta complementaria, aplicadas a la gestión, comercialización y marketing; y el 12% restante son operaciones relacionadas con el turismo experiencial a partir de la valorización de los recursos agroalimentarios.

Le siguen en importancia las operaciones destinadas a la modernización y adaptación del sector agroalimentario, con el 22,7% (411). El 63% (263) incorporan mejoras tecnológicas como las 101 relacionadas con la eficiencia energética (pequeñas inversiones en placas solares y/o fotovoltaicas, así como en investigación y desarrollo en este ámbito); 45 operaciones de nuevos sistemas de automatización para un riego más eficiente; 24 iniciativas de uso de drones y otros dispositivos tecnológicos para el control

---

20 La ZRL de Estepa (Sevilla) no participa en el actual programa. Las ZRL de Los Alcornocales (Cádiz), Almanzora (Almería) y Serranía de Ronda (Málaga), comenzaron su actividad LEADER en años posteriores al inicio del resto de ZRL de Andalucía.

Resolución de 11 de enero de 2019, de la Dirección General de Desarrollo Sostenible del Medio Rural, por la que se efectúa convocatoria extraordinaria para la implementación de la Estrategia de Desarrollo Local de la Zona Rural Leader de «Almanzora» para el período 2014-2020.

Resolución de 12 de febrero de 2020, de la Dirección General de Industrias, Innovación y Cadena Agroalimentaria, por la que se efectúa convocatoria extraordinaria para la implementación de la Estrategia de Desarrollo Local de la Zona Rural Leader de “Los Alcornocales” para el período 2014-2020.

y seguimiento de plagas y/o efectos derivados del cambio climático; 57 proyectos relacionados con el uso de aplicaciones y otras herramientas digitales para mejorar el acceso de agricultores y ganaderos a la información o facilitar las transacciones on line; 21 actuaciones encaminadas a la comercialización de proximidad de cultivos, variedades y sistemas emergentes, como la stevia, el aloe vera o la producción ecológica; y las 15 de promoción de productos cubiertos por regímenes de calidad. El 37% restante combina alguna de las opciones anteriores, con la contratación de mujeres y/o jóvenes, o con la mejora de las condiciones de trabajo en las explotaciones.

También se han identificado 332 proyectos (el 18,3% del total) de mejora de la calidad de vida y adaptación de los entornos rurales, con una fuerte presencia (68%) de las operaciones de mejora de la eficiencia energética de los equipamientos públicos (alumbrado, instalaciones deportivas y de ocio, acondicionamiento de vías públicas, etc).

Todos los proyectos con ayuda concedida, incorporan mejoras relacionadas con al menos uno de los objetivos estratégicos (innovación en sentido amplio; eficiencia energética; adaptación y/o mitigación del cambio climático; inclusión de jóvenes y/o mujeres). A este respecto, no debe olvidarse que estas inquietudes tributan a las prioridades estratégicas de obligado cumplimiento, cuestión que ha de tenerse en cuenta en el análisis de los resultados de ejecución cuando éstos estén disponibles. Será entonces, cuando pueda evaluarse en qué grado la ejecución efectiva de estos proyectos, dará cumplimiento a estas expectativas.

#### 4. Discusión de los resultados

Se es consciente de que una evaluación del impacto de los factores de cambio en la diversificación LEADER en general y en el turismo rural en particular, precisa que el periodo 2014-2022 esté plenamente concluido. No obstante, la consideración conjunta de los datos disponibles en el periodo vigente y los del periodo anterior, puede ponerse en relación con otros trabajos sobre la cuestión a debatir: el vínculo de LEADER y del turismo rural impulsado, con las fuerzas generadoras de cambio.

La revisión de todos los proyectos de los dos últimos periodos (2007-2013 y 2014-2022), hace constatar la consolidación de la tendencia identificada por anteriores investigaciones (Cejudo & Maroto Martos, 2007; Foronda Robles, 2008; Maroto Martos et al., 2017), reflejando la progresiva evolución de las iniciativas impulsadas. Precisamente en el periodo vigente, aunque los GAL “no tienen que ceñirse a medidas específicas de Turismo Rural, Pymes, Calidad de vida... Como ocurría en el periodo 2007-2013” (Cárdenas & Nieto, 2020, p. 13), el incremento del peso de las iniciativas de turismo en la totalidad de las actividades impulsadas hasta ahora en Andalucía (31,5% frente al 12,6 del periodo anterior), y la naturaleza de las operaciones promovidas, hace pensar que las prioridades estratégicas comunitarias presentan un marco favorable a la apuesta por el aprovechamiento turístico sostenible e innovador de los recursos territoriales. Cuestión que deberá evaluarse al concluir el periodo.

Por otro lado, del seguimiento realizado a las operaciones de diversificación, de turismo rural y asimilables o transversales en el periodo 2007-2013, emergen otras cuestiones que merecen atención específica cuando se disponga de datos finalistas del periodo vigente, sobre el potencial de LEADER y su proyección en el actual escenario en ámbitos diversos: complementando sectores maduros como el agroalimentario en Jaén o la construcción en Málaga, generando actividades auxiliares de éstos en las comarcas; colaborando en la consecución de objetivos asociados a medidas ajenas a LEADER pero con impacto en el territorio, como las ayudas a las buenas prácticas agroambientales; o compensando las deficiencias de otras fuentes institucionales en la cobertura de necesidades y servicios básicos para el medio rural, mediante operaciones LEADER relacionadas con los servicios e infraestructuras para mejorar la calidad de vida en ámbitos provinciales como Almería (Cañete et al., 2017).

En cuanto al procedimiento establecido por la autoridad de gestión orientado al logro de los requisitos y prioridades comunitarias, es posible valorar ciertos aspectos de los mecanismos garantistas instruidos para darles cumplimiento, y de la integración de LEADER en los PDR, que están generando un debate vivo. Los procedimientos y la normativa contenida en los PDR implican un sinfín de pasos procesales propios de la gestión de los fondos públicos, que “condicionan que LEADER pueda ser percibido como un programa útil para el desarrollo territorial (...) con serias limitaciones “de cara a la capacidad de los GAL para desarrollar adecuadamente las tareas de animación (...) aspecto básico en el método LEADER” (Esparcia y Mesa, 2020, p. 54), por lo que se evidencia la necesidad de revisar estos mecanismos. Lo mismo puede

decirse de los marcos comunes de seguimiento y evaluación, basados en un sistema de indicadores numéricos de generación económica y empleo, que no reflejan adecuadamente “los elementos diferenciales de la metodología LEADER (...) ni su valor añadido” (Asociación para el Desarrollo Rural de Andalucía [ARA], 2020, p. 6) de generación de capital social entre otras cualidades. Además, no se ven suficientemente acompañados por formación específica ni herramientas informáticas adecuadas (ARA, 2020).

Todo ello genera una sobrecarga administrativa de los GAL, que se une al debilitamiento de los recursos públicos de los que se nutren (Cárdenas & Nieto, 2020), con impacto cierto en las actividades de animación (Esparcia & Mesa, 2020). Íntimamente ligado a este aspecto, si el retroceso de un 23% en el número de proyectos LEADER impulsados en el periodo anterior se relaciona con el “estancamiento de los fondos recibidos en 2007-2013”, en el periodo vigente el panorama está llamado a empeorar, ya que la financiación sufre una “brutal reducción (...) por la “progresiva menor significación de la PAC dentro de los menguados recursos financieros de la UE y la decisión española de recurrir exclusivamente a los fondos aportados por el FEADER” (Cejudo et al., 2019, p. 13-14) . Por todo ello, “es evidente que en los dos últimos periodos esos aspectos han derivado en una insuficiencia clara en cuanto a recursos financieros” (Esparcia & Mesa, 2020, p. 63).

Llegados a este punto, cuando la ejecución del periodo finalice se espera poder dar respuesta más concreta a cuestiones como las siguientes: ¿cuál es la dimensión de la relación entre las nuevas exigencias europeas y la marcha de LEADER? ¿cuál es el grado de eficacia de los indicadores y criterios previstos en las EDL para garantizar el cumplimiento de dichas exigencias? Si el nuevo escenario ligado a estas directrices está suponiendo una oportunidad para las opciones emergentes, ¿en qué sentido y medida los condicionantes derivados del PDR influyen en su óptimo desarrollo? Y en relación con estos interrogantes, ¿en qué posición se encuentra el turismo rural y las operaciones con él vinculadas?

## 5. Conclusiones

En los dos últimos periodos el turismo rural LEADER sigue ocupando un papel importante, con el 31,9% de los proyectos de diversificación y mejora del tejido productivo en el último periodo finalizado (2007-2013), y el 58% en el vigente (2014-2022). De la naturaleza y tipología de los proyectos impulsados se desprende la consolidación de una nueva forma de ver y entender el turismo en las áreas rurales de Andalucía, que da respuesta a una demanda más sensible, mejor informada y más exigente con la preservación del medio ambiente, y con los recursos territoriales que singularizan los destinos frente a la globalización. En este sentido y a falta de conocer la efectiva ejecución de las operaciones con ayuda concedida desde 2017, del peso creciente del compromiso con la sostenibilidad, la innovación y la especialización, podría concluirse que las directrices estratégicas hacia un crecimiento inteligente y su obligado cumplimiento constituyen, por el momento, escenario favorable a estas orientaciones. Este extremo ha de ser calibrado una vez que se disponga de los resultados de las convocatorias aún por resolver y convocar.

En cuanto a los efectos de la integración de LEADER en los PDR, el estudio de los dos últimos periodos ha afrontado limitaciones metodológicas por la configuración de las bases de datos institucionales y de los marcos nacionales de seguimiento y evaluación (Cejudo et al., 2019), que dificultan la comparación inter periodos y requieren la exploración pormenorizada de proyectos, en soportes digitales y en línea que no siempre son homogéneos, dilatando la consecución de conclusiones y propuestas de mejora. Pero más allá del ámbito académico, estas dificultades generan en los GAL impactos limitantes con respecto a anteriores etapas, por su efecto en la carga de trabajo administrativo y la pérdida de autonomía, que además afrontan el debilitamiento de los recursos financieros asignados al segundo pilar de la PAC y su distribución en los PDR (Esparcia & Mesa, 2020). Es ésta una cuestión que merece atención pormenorizada tanto de la investigación como de las instituciones competentes, con vistas a encontrar soluciones operativas para el periodo 2023-2027.

Así, y aunque el periodo 2014-2022 esté en plena vigencia, los resultados de este trabajo animan a suscribir las propuestas de mejora para el próximo periodo 2023-2027 derivadas del debate académico, que entre otras cuestiones abogan por: un diseño de los instrumentos de implementación, gestión y evaluación de LEADER, mejor adaptados y con mayor capacidad de reflejar las ventajas cualitativas y el valor añadido del modelo; una revisión de las limitaciones en el margen de actuación de los GAL derivadas de la normativa contenida en los PDR; y un aumento de los recursos asignados, para que LEADER pueda contribuir con eficacia al crecimiento inteligente de los territorios, y a luchar contra la despoblación rural.

## Referencias

- Abad, L.D. (2014). Gobernanza en espacios periurbanos a través de la iniciativa europea LEADER. El caso de la comarca madrileña de Las Vegas. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 34(1), 9-32. [https://doi.org/10.5209/rev\\_AGUC.2014.v34.n1.45190](https://doi.org/10.5209/rev_AGUC.2014.v34.n1.45190)
- Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (2016). *Análisis de Resultados Leader 2007-2013*.
- Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (2020). *Informe final de campaña del sector aceite de oliva en Andalucía. Campaña 2018/19*.
- Agencia de Gestión Agraria y Pesquera de Andalucía (2021). *Informes parciales de ejecución LEADER*.
- Asociación para el Desarrollo Rural de Andalucía (2020). *Evaluación de LEADER a escala Grupo de Desarrollo Rural: marco 14-20 y avance 21-27. Definición de un sistema de seguimiento y evaluación adaptado a LEADER*.
- Berkowitz, P., Von Breska, E., & Catalina, A. (2015). *The impact of the economic and financial crisis on the reform of Cohesion Policy 2008-2013*. European Commission.
- Belliggiano, A., & De Rubertis, S. (2016). El “farm tourism” como oportunidad de desarrollo sostenible en las regiones del sur de Italia. *Pampa*, (13), 11-30. <https://doi.org/10.14409/pampa.v0i13.5900>
- Bosworth, G., Annibal, I., Carroll, T., Prize, L., Sellick, J., & Shepherd, J. (2016). Empowering local action through neo-endogenous development; the case of LEADER in England. *Sociologia Ruralis*, 56(3), 427-449. <https://doi.org/10.1111/soru.12089>
- Buller, H. (2002). Re-creating Rural Territories LEADER in France. *Sociologia Ruralis*, 40(2), 190-199. <https://doi.org/10.1111/1467-9523.00141>
- Cantarero, F. J., Nieto Figueras, C., & Sickert, J. (2021, November 4-6). *Turistas residenciales y residentes alemanes en el sur de España (Andalucía)*. *Evolución reciente* [Conference presentation]. International Conference on Tourism Technology and Systems, Cartagena de Indias, Colombia.
- Cañete, J.A., Cejudo, E., & Navarro, F. (2017). ¿Desarrollo rural o desarrollo de territorios rurales dinámicos? La contribución a los desequilibrios territoriales por parte de los Programas de Desarrollo en el sur de España, Andalucía. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 32, 265-295.
- Cárdenas, G., & Nieto, A. (2020). El Enfoque LEADER en el nuevo FEADER 2014-2020 en Extremadura. *Cuadernos Geográficos*, 59(2), 5-27. <https://doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i2.9384>
- Caro de la Barrera, E. (1994). El fomento del turismo rural en la Subbética Cordobesa a partir de la iniciativa comunitaria Leader. *Estudios de Geografía*, 7, 354-362.
- Cejudo, E., & Maroto Martos, J.C. (2007). La importancia del patrimonio en la política de desarrollo rural de Andalucía. *Erph\_ Revista electrónica De Patrimonio Histórico*, 1, 226-256. <https://revistaseug.ugr.es/index.php/erph/article/view/18192>
- Cejudo, E., Maroto Martos, J.C., & Navarro, F. (2019). 30 años de programa LEADER en Andalucía. Apuntes al periodo 2014-2020. *Revista PH. Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 98, 9-15. <https://doi.org/10.33349/2019.98.4440>
- Cejudo, E., Rubertis, S., & Cañete, J.A. (2018). Beneficiarios finales del eje LEADER en Andalucía 2007-2013. ¿Cómo les ha afectado la crisis según tipologías?. In E. Cejudo, F. Navarro, & J.A. Camacho (Eds.), *Nuevas realidades rurales en tiempos de crisis: territorios, actores, procesos y políticas* (pp. 551-564). Editorial Universidad de Granada.
- Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible (2019). *LEADER en Andalucía 2014-2020. Análisis y compilación de las Estrategias de Desarrollo Local de los Grupos de Desarrollo Rural andaluces: nivel regional y provincial*.
- Esparcia, J. (2011). Los Grupos de Acción Local en el Programa LEADER en España. En *LEADER en España (1991-2011). Una contribución activa al desarrollo rural* (pp. 111-139). Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (Ed.). [https://www.uv.es/~javier/index\\_archivos/Esparcia%20-%20LEADER%20en%20Espa%C3%B1a%201991-2011%20-%202011.pdf](https://www.uv.es/~javier/index_archivos/Esparcia%20-%20LEADER%20en%20Espa%C3%B1a%201991-2011%20-%202011.pdf)
- Esparcia, J., & Escribano, J. (2011). Desarrollo territorial y reforma de la PAC. *Agricultura Familiar en España, Anuario 2011*, 142-149.



- Esparcia, J., & Escribano, J. (2012). La dimensión territorial en la programación comunitaria y el nuevo marco de políticas públicas: desarrollo rural territorial, reforma de la PAC y nuevo LEADER. *Anales de Geografía*, 32(2), 227-252.
- Esparcia, J., & Mesa, R. (2020). *LEADER en España. Cambios recientes, situación actual y orientaciones para su mejora* (serie Estudios y Documentos, 32). Universidad de Valencia.
- Foronda Robles, C. (2006). Repercusiones de los programas de desarrollo rural en el campo andaluz. En A. J. Lacosta (Coord.), *Turismo y cambio territorial, ¿eclosión, aceleración, desbordamiento?* (pp. 119-130). Universidad de Zaragoza.
- Foronda Robles, C. (2008). *El proceso de maduración del turismo rural en Andalucía* [Conference presentation]. 1ª Jornadas de Investigación en Turismo, Sevilla, España.
- Gallardo Cobos, R. (2014). La política de desarrollo rural en el período 2014-2020. En I. Bardají (Coord.), *Reflexiones en torno a la PAC* (pp. 83-108). Cajamar Caja Rural.
- Gallardo Cobos, R. (2018). Oportunidades que ofrece la actual política y la propuesta de reforma a partir del 2020. En C. J. Navarro (Coord.), *Balance y retos de la gestión de LEADER en Andalucía* (pp. 23-29). Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces.
- Hortelano, L.A. (2019). El turismo rural como estrategia de la lucha contra la despoblación del interior de España. En F. García-Moreno (Dir.), *La despoblación del mundo rural. Algunas propuestas (prácticas y realistas) desde los ámbitos jurídico, económico y social para tratar de paliar o revertir tan denostado fenómeno* (pp. 503-534). Thomson Reuters Aranzadi.
- Junta de Andalucía (2016). *LEADER en Andalucía 2014-2020. Análisis y comparación de las Estrategias de Desarrollo Local de los Grupos de Desarrollo Rural andaluces: nivel regional y provincial*.
- Larrubia Vargas, R., Navarro Rodríguez, S., & Nieto Figueras, C. (2004). *La evolución de la política europea en el medio rural. Las estrategias Leader en la provincia de Málaga*. Textos Mínimos. Universidad de Málaga.
- López Coteló, I., & López Galán, R. (2018). Balance y retos de la gestión LEADER en Andalucía. En C. J. Navarro (Coord.), *Balance y retos de la gestión de LEADER en Andalucía* (pp. 40-65). Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces.
- Maroto Martos, J. C., Pinos, A., Cejudo, E., & Navarro, F. (2017, November 15-17). *La apuesta por el turismo rural dentro del Eje LEADER. El análisis de los proyectos turísticos en Andalucía 2007-13*. [Conference presentation]. International Conference on Regional Science. Universidad Pablo de Olavide. Sevilla, España.
- Márquez, D., Foronda Robles, C., Galindo Pérez de Azpillaga, L., & García López, A. (2005). Eficacia y eficiencia de LEADER II en Andalucía: aproximación a un índice-resultado en materia de turismo rural. *Geographicalia*, 47, 137-152.
- Márquez, D., Foronda Robles, C., García López, A., & Galindo Pérez de Azpillaga, L. (2006). El precio de la sostenibilidad rural en Andalucía: el valor de LEADER II. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 41, 295-313. <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/2001>
- Moscoso, D. (2005). Las dimensiones del desarrollo rural y su engranaje en los procesos de desarrollo comarcal de Andalucía. *Revista de Estudios Regionales*, 73, 79-104.
- Navarro, F., Cejudo, E., & Maroto Martos, J. (2014). Reflexiones en torno a la participación en el desarrollo rural. ¿Reparto social o reforzamiento del poder? LEADER y PRODER en el sur de España. *Eure*, 40(121), 203-224. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612014000300010>
- Navarro, F., Woods, M., & Cejudo, E. (2016). The LEADER Initiative has been a victim of its own success. The decline of the bottom-up approach in rural development programmes. The cases of Wales and Andalusia. *Sociologia Ruralis*, 56(2), 270-288. <https://doi.org/10.1111/soru.12079>
- Nieto Figueras, C. (2021, June 10). *Política de Desarrollo Rural LEADER: oportunidades para emprendedores en la era COVID*. [Conference presentation]. Jornada IV Pasos para el emprendimiento en el agroturismo: claves, oportunidades y marco legal, Casabermeja, Málaga, España.
- Nieto Figueras, C., & Cantarero, F.J. (2021, November 4-6). *Turismo LEADER en los espacios rurales malagueños*. [Conference presentation]. International Conference on Tourism Tech-nology and Systems, Cartagena De Indias, Colombia.

- Pulido Fernández, J.I. (2005). *Criterios para una política turística sostenible en los parques naturales de Andalucía*. Consejería de Turismo, Comercio y Deporte.
- Ramos, E., & Romero, J. (1995). Del “productivismo” al “ruralismo”: una reflexión sobre la política agraria en Andalucía. *Revista de Estudios Agrosociales*, 169, 175-212.
- Rodríguez, F. (2001). Las montañas andaluzas en la encrucijada del desarrollo rural. *Eria*, 54- 55, 125-139.
- Sánchez Zamora, P. (2018). El medio rural andaluz frente a la crisis económica. En C. J. Navarro, (Coord.), *Balace y retos de la gestión de LEADER en Andalucía* (pp. 9-22). Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces, España.
- Sánchez Zamora, P., & Gallardo Cobos, R. (2019). Diversity, disparity and territorial resilience in the context of the economic crisis: an analysis of rural areas in southern Spain. *Sustainability*, 11(6), 1743. <https://doi.org/10.3390/su11061743>
- Sánchez Zamora, P., & Gallardo Cobos, R. (2020). Territorial cohesion in rural areas: An analysis of determinants in the post-economic crisis context. *Sustainability*, 12(9), 3816. <https://doi.org/10.3390/su12093816>
- Sánchez Zamora, P., Gallardo Cobos, R., & Ceña Delgado, F. (2014). Rural areas face the economic crisis: Analysing the determinants of succesful territorial-dynamics. *Journal of Rural Studies*, 35(3), 11-25. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2014.03.007>



Instituto Interuniversitario de Geografía  
Universidad de Alicante

Carretera de San Vicente del Raspeig s/n. 03690 - San Vicente del Raspeig - Alicante (España)

Tel.: (34) 965903400 Ext. 3380 - Fax: (34) 965909485

Correo electrónico: [investigacionesgeograficas@ua.es](mailto:investigacionesgeograficas@ua.es)

Sitio web: [www.investigacionesgeograficas.com](http://www.investigacionesgeograficas.com)