

LAS TIG ANTE LOS NUEVOS RETOS GLOBALES EN UN CONTEXTO CAMBIANTE

Actas de la XVIII CONFIBSIG 2023
Cáceres, 16-19 de mayo de 2023



Ana Nieto Masot
Gema Cárdenas Alonso
José Antonio Gutiérrez Gallego
Ángela Engelmo Moriche (eds.)

Las TIG ante los nuevos retos globales en un contexto cambiante

Ana Nieto Masot
Gema Cárdenas Alonso
José Antonio Gutiérrez Gallego
Ángela Engelmo Moriche (eds.)

Las TIG ante los nuevos retos globales en un contexto cambiante

Actas de la XVIII CONFIBSIG 2023
Cáceres, 16-19 de mayo de 2023



Cáceres
2023



Esta obra ha sido objeto de evaluación por el Consejo Asesor del Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura y aprobada su publicación en reunión celebrada el 5 de mayo de 2023.

Tipografía utilizada: Bembo Std (para cubierta y páginas iniciales), Palatino LT Std y Avenir LT Std (para el texto de la obra)

Imagen de cubierta:

Edita:

Universidad de Extremadura. Servicio de Publicaciones
Plaza de Caldereros, 2. 10071 Cáceres (España)
Tel. 927 257 041; Fax 927 257 046
publicac@unex.es
<https://publicauex.unex.es>

Maquetación y edición multimedia: Dosgraphic, s. l.

E-ISBN: 978-84-9127-185-7 (edición digital en acceso abierto)

Dehesa Repositorio
Institucional

Acceso abierto en el Repositorio Institucional de la Universidad de Extremadura



ÍNDICE

	<u>Páginas</u>
Prólogo	15
<i>Ana Nieto Masot</i>	
Veinte años no es nada y puede ser mucho.....	19
<i>Gustavo D. Buzai</i>	

1. GEOINFORMACIÓN

Cartografía participativa como herramienta para el micoturismo en una comunidad matlatzinca del Estado de México.....	25
<i>Ayala Villada, Laura; González Becerril, Lidia Alejandra; Thomé Ortiz, Humberto</i>	
El servicio público de la información geográfica. CICTEX y Plan Estratégico de Cartografía e Información Territorial.....	35
<i>Caballero Cáceres, Carmen; Aparicio Ríos, Alberto; Campos Delgado, Juan Carlos; Soriano Covarsí, Marcos</i>	
Del SIG municipal a la IDE de Cáceres. Acercando los datos al ciudadano.....	43
<i>Cordero Montero, Faustino; Álvarez Llorente, Luis Antonio</i>	
Cartografía vectorial para móviles del IGN-CNIG.....	53
<i>Fernández Carmona, Jacinto</i>	
Geoportal para la mejora y acondicionamiento de caminos rurales mediante criterios sostenibles. Caso de Estudio: Catálogo de Caminos Públicos del municipio de Montijo (Extremadura).....	57
<i>Rodríguez Bueno, Antonio; Moya Ignacio, Manuel; Ayuga Téllez, Francisco</i>	
La selección de unidad espacial de análisis como problema en la visualización web de información georreferenciada: un caso de uso.....	73
<i>Pedicino, Josefina</i>	

2. TELEDETECCIÓN Y GESTIÓN MEDIOAMBIENTAL

Una propuesta para cartografiar el uso/cobertura de suelo mediante el Geo Big Data. Uruguay, año agrícola 2021-2022	85
<i>Alciaturi, Giancarlo; Umpiérrez, Rodrigo; Agudelo, Fabiana; Panzl, Rebeca; Fernández, Virginia</i>	
Detección y relleno de píxeles de nubes utilizando redes neuronales recurrentes	93
<i>Alonso Sarria, Francisco; Valdivieso Ros, Carmen; Gomariz Castillo, Francisco</i>	
Análisis de la cubierta nival a partir de los sensores RapidEye y Sentinel-2: glaciares pirenaicos.....	99
<i>Aransay González, Raquel; Conde Oria, Francisco</i>	
Estimación del volumen de agua de charcas en fincas de ganadería extensiva de Extremadura (España) mediante técnicas mejoradas basadas en Tecnologías de Información Geográfica (TIG).....	105
<i>Castaño Martín, Francisco Manuel; Gómez Gutiérrez, Álvaro; Marín Comitre, Ubaldo; Pulido Fernández, Manuel</i>	
Información de sensores aéreos y espaciales para el estudio de los cambios en la cobertura terrestre en el Ecuador	115
<i>Delgado Inga, Víctor Omar; Toledo López, Edgar</i>	
Sistemas silvopastoriles en la región Mediterránea.....	129
<i>Rubio Delgado, Judit; Schnabel, Susanne</i>	
Extensión y distribución espacial de sistemas agroforestales asociados a elementos leñosos en la Unión Europea.....	135
<i>Rubio Delgado, Judit; Schnabel, Susanne; Lavado Contador, J. Francisco</i>	
Análisis de la evolución en 20 años del terreno de zonas en las que se ubican vertidos ilegales de construcción y demolición a partir de la serie histórica de ortofotografías del PNOA.....	141
<i>Expósito Paulano, Guillermo Agustín; Sánchez-Fernández, Manuel; Arenas García, Lorea</i>	
Detección de vertidos ilegales de residuos de construcción y demolición mediante fotointerpretación de modelos procedentes del DEM.....	147
<i>Sánchez-Fernández, Manuel; Gutiérrez Gallego, José Antonio; Arenas García, Lorea</i>	
Monitoreo de las playas de bolsillo maltesas mediante el uso de imágenes satelitales	153
<i>Galone, Luciano; D'Amico, Sebastiano; Colica, Emanuele; Gauci, Adam</i>	

Uso de Google Earth Engine para caracterizar coberturas forestales en la Comunidad de Madrid.....	159
--	------------

Novillo, Carlos J.; Romero-Calcerrada, Raúl

Uso de herramientas de análisis espacial para mapear y explicar el deslizamiento de Mitlatongo (Oaxaca, México).....	169
---	------------

Franch Pardo, Iván; Vázquez Castro, Gabriel; Pérez Valladares, Cloe Xóchitl; Cruz Márquez, José Luis

Metodologías de teledetección para el cambio de cobertura y uso del suelo en áreas costeras e islas oceánicas: una revisión sistemática.....	175
---	------------

Tiengo, Rafaela; Palácios-Orueta, Alicia; Uchôa, Jéssica; Gil, Artur

3. LAS TIG PARA AYUDA A LAS DECISIONES ESPACIALES

Caracterización de los focos de residuos ilegales en Extremadura.....	187
--	------------

Alfonso-Torreño, Alberto; Gutiérrez Gallego, José Antonio

Validación de datos meteorológicos en diferentes escenarios para interpolación geoespacial mediante kriging.....	191
---	------------

Alonso Pascual, Leticia; Polo García, María Eugenia

Comparación de algoritmos de aprendizaje automático para la cartografía de propiedades del suelo en Extremadura, España.....	199
---	------------

Barrena-González, Jesús; Gabourel Landaverde, Anthony; Amine Abdennour, Mohamed; Lavado Contador, J. Francisco

Diagnóstico de la inequidad espacial en el acceso a la red de autobuses públicos entre la población más y menos desfavorecida-vulnerable en Santa Fe de la Vera Cruz, Argentina.....	203
---	------------

Bosisio, Andrea; Moreno Jiménez, Antonio

Evaluación del efecto de la pandemia de COVID-19 en el uso del transporte público en la ciudad de Santa Fe de la Vera Cruz, Argentina.....	209
---	------------

Bosisio, Andrea; Talavera-García, Ruben

Evidencias del cambio climático en el verano de 2022: olas de calor, noches tropicales y mala calidad del aire por PM₁₀ en la Comunidad de Madrid.....	217
--	------------

Cañada Torrecilla, María Rosa

Estudio de la movilidad interurbana en los corredores de autobuses regionales de Madrid en el escenario postcovid.....	223
<i>Cara Santana, Yeray; Moya-Gómez, Borja; García Palomares, Juan Carlos</i>	
Identificación de solares y caracterización de los espacios productivos de Andalucía mediante la reutilización de fuentes de información administrativas.....	231
<i>Castilla Higuero, Eduardo; Copano Ortiz, Luis; Merchán Jiménez Andrades, José Ignacio; Moreno Muñoz, José Antonio; Pardo Pérez, Emilio José</i>	
Análisis de agrupamiento de los municipios turísticos en Cantabria empleando la técnica de los Vecinos Próximos.....	241
<i>Conde Oria, Francisco; Aransay González, Raquel</i>	
Resiliencia regional: un análisis de la economía regional portuguesa	249
<i>Ferreira, Márcio; Sá Marques, Teresa</i>	
Variabilidad geográfica del uso de camas hospitalarias en Chile	257
<i>Fuenzalida, Manuel</i>	
Identificación de áreas potenciales para la introducción de sistemas agroforestales en Europa.....	265
<i>Gabourel Landaverde, Anthony; Barrena González, Jesús; Lavado Contador, J. Francisco; Schnabel, Susanne</i>	
Aproximación a la accesibilidad del transporte público en el trayecto desde Collado Villalba a Madrid	275
<i>Gutiérrez Gallego, José Antonio; Ortiz García, Jordi; Arrate Cifuentes, Ricardo</i>	
El uso de las TIG para el desarrollo de políticas públicas en materia de seguridad en el medio rural.....	281
<i>Gutiérrez Gallego, José Antonio; Ortiz García, Jordi; Rufo Rey, Miguel Ángel; Nieto Masot, Ana</i>	
¿Puede influir el grado de accesibilidad a los servicios y al empleo en la acentuación del proceso de despoblación? Extremadura como ámbito de estudio mediante el uso de herramientas SIG.....	287
<i>Horcajo Romo, Ana Isabel; Pérez Pintor, José Manuel; Gutiérrez Gallego, José Antonio</i>	
Identificación automática de cubiertas con amianto en edificios mediante análisis de imagen OBIA-Random Forest y redes neuronales convolucionales	295
<i>Lavado Contador, J. Francisco; Gabourel Landeverde, Víctor Anthony; Ortega Casado, Gonzalo; Corzo Gajón, Antonio José; Vadillo Sánchez, Raúl; Amador González, Claudio Lucas</i>	

Variaciones latitudinales y altitudinales de las precipitaciones extremas en Chile: resultados con implicaciones para la planificación territorial.....	301
<i>Lozano-Parra, Javier; Garrido-Velarde, Jacinto</i>	
Efecto de las variaciones climáticas sobre los recursos hídricos en los principales ecosistemas de Extremadura: resultados con implicaciones para la gestión sostenible	307
<i>Lozano-Parra, Javier; Garrido-Velarde, Jacinto; Alfonso-Torreño, Alberto; Barrena-González, Jesús</i>	
El ruido con sonómetro y nodos sensores, caso de estudio Cuenca – Ecuador 2021	313
<i>Martínez, Julia; Vanegas, Ismael; Espinoza, Darío; Salgado Castillo, Francisco</i>	
Geoestadística y SIG como herramientas de valoración de indicadores urbanos de sostenibilidad en ciudades medias.....	327
<i>Martínez García, Francisco Manuel; Jiménez-Espada, Montaña; González-Escobar, Rafael</i>	
La Política Agraria Común (PAC) en Extremadura durante el período 2014-2020. Análisis SIG a través de modelos de regresión.....	333
<i>Martínez García, Francisco Manuel; Nieto Masot, Ana; Cárdenas Alonso, Gema; Pérez Pintor, José Manuel</i>	
Aplicación de un análisis de sensibilidad para validar un modelo de simulación de crecimiento urbano a partir de autómatas celulares y basado en parcelas (LP-CA).....	343
<i>Molinero Parejo, Ramón; Gómez Delgado, Montserrat; Aguilera Benavente, Francisco</i>	
Propuesta de sendero interpretativo a través de SIG en el Area Natural Protegida El Doradillo, Puerto Madryn, Chubut, Argentina.....	351
<i>Novara, Mauro</i>	
Análisis de la influencia de índices climáticos sobre la sequía en zonas de páramo andino ecuatoriano.....	359
<i>Pacheco Niveló, Jheimy; Solera Solera, Abel; Avilés Añazco, Alex</i>	
Identificación de árboles en zonas urbanas por transferencia de aprendizaje	371
<i>Pacheco Prado, Diego; Bravo López, Paul; Ruiz, Luis Ángel</i>	
Sostenibilidad y planificación urbana mediante herramientas GIS en ciudades medias: el caso de la ciudad de los 15 minutos aplicado en la red urbana de Extremadura (España)	377
<i>Pérez Pintor, José Manuel; Pérez Pintor, Juan Carlos; Ruiz Labrador, Enrique Eugenio</i>	

Metodología SIG para el cálculo de Zonas Climáticas Locales	385
<i>Picone, Natasha; Esposito, Antonio; Palusci, Olga; Emmanuel, Rohinton; Buccolieri, Riccardo</i>	
Determinação do potencial do Centro Interior de Portugal para o Turismo de Natureza com recurso a um Sistema Espacial de Apoio à Decisão.....	391
<i>Quinta-Nova, Luís</i>	
Análisis del efecto de la pandemia de la COVID-19 en la actividad turística mediante el empleo de análisis de agrupamiento	397
<i>Ríos Rodríguez, Nerea; Nieto Masot, Ana; Cárdenas Alonso, Gema</i>	
El panel geográfico como herramienta poderosa para difundir los avances en los indicadores relacionados con la salud de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, en el Estado de México.....	407
<i>Santana Castañeda, Giovanna; Sánchez Carrillo, Christian Iván; Serrano Barquín, Rebeca Angélica; Santana Juárez, Marcela Virginia</i>	
Evaluación de riesgos y análisis geográfico sobre la distribución de mosquitos en la Escuela Secundaria de la Universidad de Puerto Rico.....	415
<i>Sequinot Barbosa, José</i>	
Identificación espacial de conglomerados de la mortalidad infantil en la región Pacífico Sur Mexicano y su asociación con los Condicionantes Socioespaciales de la Salud	419
<i>Villeras Alarcón, Iliana; Juárez Gutiérrez, María del Carmen; Santana Castañeda, Giovanna</i>	
Análisis espacial de la pobreza (vulnerabilidad) socioeconómica infantil en el estado de Guerrero, México.....	427
<i>Villeras Salinas, Salvador</i>	
Estudio comparativo de la contaminación atmosférica en las ciudades de Chengdu (China) y Madrid (España) con aplicaciones de las TIG.....	435
<i>Wang, Wenyu</i>	

4. LAS TIG EN LA DOCENCIA Y EN LA DIVULGACIÓN DEL CONOCIMIENTO GEOGRÁFICO

Aproximación geoestadística a los alcaldes de las primeras elecciones municipales democráticas: la provincia de Cáceres.....	445
<i>Curado Casquero, José Carlos; Jaraíz Cabanillas, Francisco Javier</i>	

La competencia escrita y el razonamiento crítico en los Grados de Maestros de cinco universidades españolas (Extremadura, Madrid, Barcelona, Zaragoza y Jaén).....	451
<i>Gómez Caballero, Marta; Soto Vázquez, José</i>	
Sistemas de Información Geográfica aplicados en la enseñanza de la valuación	461
<i>Hernández Bernal, Jesús Emilio; Chávez Nungaray, Erika</i>	
Hacia un atlas-web interactivo: una propuesta de extensión universitaria para la enseñanza en Geografía.....	469
<i>Principi, Noelia; Montes Galbán, Eloy; Buzai, Gustavo</i>	
Projeto Educação pós-pandemia: O uso de ferramentas tecnológicas no ensino de Geografia – SIG e sua aplicabilidade	475
<i>Tavares Cerino, Willian</i>	

METODOLOGÍA SIG PARA EL CÁLCULO DE ZONAS CLIMÁTICAS LOCALES

PICONE, NATASHA

MURCS, Glasgow Caledonian University, Glasgow, Reino Unido, npicon200@caledonian.ac.uk
Instituto de Geografía Historia y Ciencias Sociales UNCPBA/CONICET y
Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires-FCH-CIG, Pinto 399, Tandil (7000),
Argentina, npicone@fch.unicen.edu.ar

ESPOSITO, ANTONIO

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, University of Salento, S.P. 6
Lecce-Monteroni, 73100 Lecce, Italia, antonio.esposito@unisalento.it

PALUSCI, OLGA

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, University of Salento, S.P. 6
Lecce-Monteroni, 73100 Lecce, Italia, olga.palusci@unisalento.it

EMMANUEL, ROHINTON

School of Computing, Engineering and Built Environment, Glasgow Caledonian University,
Glasgow, Reino Unido, Rohinton.Emmanuel@gcu.ac.uk

BUCCOLIERI, RICCARDO

Dipartimento di Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali, University of Salento, S.P. 6
Lecce-Monteroni, 73100 Lecce, Italia, riccardo.buccolieri@unisalento.it

Las Zonas Climáticas Locales (ZCL) es una metodología desarrollada por Stewart y Oke (2012) originalmente para describir el área urbana en donde las mediciones meteorológicas se realizan. En los últimos años, ha sido utilizada principalmente para la caracterización de las zonas urbanas y sus particularidades en la morfología urbana. Stewart y Oke (2012) presentan 10 clases urbanas y 7 naturales, cada una de ellas se la caracteriza con parámetros morfológicos y de cobertura, en su propuesta presenta la posibilidad de combinar clases. En relación a las 10 clases urbanas, las tres primeras presentan altas densidades de superficie construida con tres alturas diferentes (altas -1-, medias -2- y bajas -3-); las tres siguientes presentan menores densidades manteniendo las tres clases en altura (altas -4-, medias -5- y bajas -6-); la ZCL 7 se refiere a asentamiento informales con materiales livianos; la ZCL 8 presenta grandes complejos de galpones asociados a actividades comerciales e industriales; la ZCL 9 son áreas de muy baja densidad de construcción con baja altura dominadas por áreas naturales; finalmente la ZCL 10 está asociada a actividades industriales. En cuanto a las ZCL naturales: A para bosques densos; B para bosques dispersos; C para arbustos; D para plantas bajas o producción agrícola;

E para áreas con suelo desnudo o rocas; F para áreas con arena; y G para zonas con agua. La escala local es central para la clasificación ya que la superficie ocupada por cada zona no puede tener menos de 400 metros cuadrados (Stewart & Oke 2012).

WUDAPT es una iniciativa que pretende instalar las ZCL y crear una base de datos de ciudades a nivel mundial para poder generar información relevante para los tomadores de decisiones en relación con la climatología urbana (Ching *et al.*, 2018; Bechtel *et al.*, 2019). En este sentido, esta metodología se basa en la utilización de imágenes satelitales Landsat, el conocimiento de las ciudades de los expertos locales, las potencialidades del Google Earth y los SIG para generar productos. El protocolo tiene tres niveles de clasificaciones según la información que se puede derivar de ella: nivel 0, la clasificación base; nivel 1 con datos de morfología urbana; nivel 2 con datos precisos sobre materiales y albedos. A partir de este proyecto internacional se ha desarrollado el LCZ generator (Demuzere *et al.*, 2021b; Demuzere *et al.*, 2021a) que permite la generación de los mapas de ZCL utilizando el Google Earth Engine y continúa basándose en el conocimiento de los expertos locales. Actualmente existen productos regionales y globales que se han desarrollado a partir de estas metodologías.

Este trabajo presenta una metodología que genera mapas de ZCL para lo cual se desarrollan diferentes etapas. En primer lugar, se obtuvieron datos de fuentes oficiales de la Puglia del Consorcio de Datos Territoriales (Condivisione della Conoscenza per il Governo del Territorio 2023), y se seleccionaron: áreas con cobertura vegetal, áreas edificadas y puntos de altura. A partir de estos se calcularon en QGIS diferentes parámetros urbanos tanto de cobertura como de morfología. En cuanto a los datos de cobertura se calcularon: Factor de Superficie Edificada (superficie ocupada por edificaciones sobre el total del área); Factor de Superficie Permeable (superficies verdes sobre superficie total) y Factor de Superficie Permeable (se obtuvo restando a la superficie total la suma de superficies verdes y edificadas). Los parámetros de morfología urbana se generaron: Altura Media de las edificaciones (se calculó la diferencia entre el punto de base de cada edificio y el valor de altura sobre superficie); el Factor de Visibilidad (se utilizó la herramienta del complemento UMEP-Sky View Factor, con los datos de edificación y altura) por último, utilizando el último producto se generó el Aspect Ratio (relación entre la altura de las edificaciones y el ancho de la calle). A continuación, se creó una malla de 10×10 km con celdas de 100×100 metros de dimensión; utilizando la herramienta de Estadística Zonal, se calculó el valor medio de cada uno de esos seis parámetros para cada celda. Se determinaron los rangos correspondientes de cada parámetro para cada ZCL utilizando los propuestos por Stewart y Oke (2012), los cuales se incorporaron a un código python que permite la generación del mapa de ZCL dentro de QGIS. Este código genera tres iteraciones de clasificación, determinando según los parámetros cuáles son las dos clases mayoritarias en cada celda. Esta metodología ya ha sido testeada en diferentes ciudades italianas (Esposito *et al.*, 2023) y este trabajo se centra en presentar otro caso de aplicación en una ciudad media italiana. Finalmente, es importante destacar que esta clasificación se centra en las clases construidas de las ZCL, por lo tanto, las clases de cobertura natural solo se presentan como una zona extraurbana. El caso seleccionado para la aplicación de esta metodología es la ciudad de Brindisi, localizada en la región de la Puglia en el sur de Italia. Dicha área urbana es capital de la provincia de Brindisi y tiene costa sobre el mar Adriático. La ciudad

presenta un clima mediterráneo con veranos calurosos y secos e inviernos frescos; con una población total de 83317 habitantes (Istituto Nazionale di Statistica 2017) y con una importante actividad portuaria e industrial.

El mapa resultado muestra que el área de estudio presenta mayormente zonas de cobertura natural, incluidas en ellas las áreas de producción agrícola que rodea la ciudad, principalmente de frutales. En cuanto a las ZCL construidas se destaca que no existen clases 1 y 4, las cuales representan zonas de edificaciones muy altas (más de 10 pisos). Se observa que las clases de mediana altura, tanto densas (2) como dispersas (5), representan el 28 % de las superficies construidas; las de baja altura, densas (3) y dispersas (6) son las de mayor superficie con el 40 %; las ZCL 8 (grandes superficies con galpones) y 10 (industrias) ocupan el 20 %; por último, el 12 % restante lo ocupan ZCL 9, de construido extremadamente disperso. La corroboración de la clasificación se hizo de manera manual (por corroboración visual) y la mayoría de los resultados en áreas urbanas densas son excelentes. Los mayores problemas se presentan en la clasificación de la ZCL 8 y 10. En estos casos particulares, se corroboró que la clasificación de la segunda mayoría son las más adecuadas para el área. Esto demuestra la necesidad de realizar pequeños ajustes en el código. Por otro lado, se realizó una validación del mapa con el producto de ZCL generado por el proyecto WUDAPT para Europa. Esto demostró una precisión superior al 70 %. Los mapas de ZCL son de gran importancia para poder comunicar resultados de manera comparable no sólo en el campo de climatología urbana sino para todos los estudios de ambiente urbano. Esto se debe a que los parámetros que reflejan cada una de las ZCL son relevante para diferentes áreas como la hidrología urbana, la biogeografía y la bioclimatología. Todas ellas siempre teniendo en cuenta la escala local de la clasificación.

En el caso particular de la metodología propuesta en este trabajo tiene la particularidad de realizar la clasificación teniendo en cuenta los parámetros originales de las ZCL planteadas por Stewart y Oke (2012). Si bien los resultados pueden ser mejorados, la cantidad de información que contiene este mapa es mayor que las resultantes de los procesos de clasificación mediante imágenes satelitales. En este caso se avanza sobre el nivel de datos del proyecto WUDAPT del 0 al 1.

BIBLIOGRAFÍA

- Bechtel, B., Alexander, P.J., Beck, C., Böhner, J., Brousse, O., Ching, J., Demuzere, M., Fonte, C., Gál, T. & Hidalgo, J. (2019). Generating WUDAPT Level 0 data – Current status of production and evaluation. *Urban Climate*, vol. 27, pp. 24-45.
- Ching, J., Mills, G., Bechtel, B., See, L., Feddema, J., Wang, X., Ren, C., Brousse, O., Martilli, A. & Neophytou, M. (2018). WUDAPT: An urban weather, climate, and environmental modeling infrastructure for the anthropocene. *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 99, no. 9, pp. 1907-1924.
- Condivisione della Conoscenza per il Governo del Territorio (2023). *Puglia.con*. Available from: <http://www.sit.puglia.it/>.
- Demuzere, M., Kittner, J. & Bechtel, B. (2021a). LCZ Generator: a web application to create Local Climate Zone maps. *Frontiers in Environmental Science*, vol. 9, pp. 637455.
- Demuzere, M., Kittner, J. & Bechtel, B. (2021b). LCZ Generator: online tool to create Local Climate Zone maps Anonymous. *EGU General Assembly Conference Abstracts*.

- Esposito, A., Grulois, M., Pappaccogli, G., Palusci, O., Donateo, A., Salizzoni, P., Santiago, J.L., Martilli, A., Maffei, G. & Buccolieri, R. (2023). On the Calculation of Urban Morphological Parameters Using GIS: An Application to Italian Cities. *Atmosphere*, vol. 14, no. 2, p. 329.
- Istituto Nazionale di Statistica (2017). *Popolazione residente: Puglia*. Available from: <http://dati.istat.it/Index.aspx?QueryId=18550>.
- Stewart, I.D. & Oke, T.R. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 93, no. 12, pp. 1879-1900.

Palabras clave: Zonas Climáticas Locales, SIG, Python, climatología urbana.

Agradecimientos: Natasha Picone agradece a la Comisión Europea por financiar la realización del Master in Urban Climate and Sustainability (MURCS). Glasgow Caledonian University, Glasgow, Escocia; LAB Applied Sciences, Lahti, Finlandia, Universidad de Huelva, Huelva, España y HTW, Dresden, Alemania.

Antonio Esposito reconoce la financiación de su Doctorado por parte del Ministerio Italiano de Universidad e Investigación (MUR) mediante el PON "Ricerca e Innovazione 2014-2020 – Asse IV" –Curso de Doctorado en "Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali"– XXXVII cycle-University of Salento.

Olga Palusci reconoce a la Región de la Apulia por financiar su trabajo en el marco del programa regional RIPARTI en la Universidad de Salento (Número de identificación 32251bed).

GIS Methodology for the calculation of Local Climatic Zones

Local Climate Zones (LCZ) is a methodology developed by Stewart and Oke (2012) originally to describe the urban area where meteorological measurements are made. In recent years, it has been used mainly for the characterization of urban areas and their particularities in urban morphology. Stewart and Oke (2012) present 10 build-ups and 7 cover natural classes, each of them characterized by morphological and coverage parameters; their proposal presents the possibility of combining classes. About the 10 build-up classes, the first three have high densities of a built surface with three different heights (high –1–, medium –2– and low –3–); the next three have lower densities maintaining the three classes in height (high –4–, medium –5– and low –6–); LCZ 7 refers to informal settlements with lightweight materials; LCZ 8 has large complexes of warehouses associated with commercial and industrial activities; LCZ 9 are areas of very low building density with low height dominated by natural areas; finally, LCZ 10 is associated with industrial activities. For natural LCZs: A for dense forests; B for dispersed forests; C for shrubs; D for low plants or agricultural production; E for areas with bare soil or rocks; F for sand; and G for water. The local scale is central to the classification since the area occupied by each zone cannot be less than 400 square meters (Stewart, Oke 2012).

WUDAPT is an initiative that aims to install the LCZ and create a database of cities worldwide to generate relevant information for decision-makers concerning urban climatology (Ching *et al.*, 2018; Bechtel *et al.*, 2019). In this sense, this methodology is based on the use of Landsat satellite images, the knowledge of local experts, and the potential of Google Earth and GIS to generate products. The project has three levels of classifications according to the information that can be derived from it: level 0, the base classification; Level 1 with urban morphology data; Level 2 with accurate data on materials and albedos. From this international protocol, the LCZ generator (Demuzere *et al.*, 2021b; Demuzere *et al.*, 2021a) has been developed, which allows the generation of LCZ maps using the Google Earth Engine and continues to rely on the knowledge of local experts. There are currently regional and global products that have been developed from these methodologies.

This work presents a methodology that generates LCZ maps for which different stages are developed. First, data were obtained from official sources of Puglia from the Territorial Data Consortium (Condivisione della Conoscenza per il Governo del Territorio 2023), and selected: areas with vegetation cover, built-up areas, and height points. From these, different urban parameters of both coverage and morphology were calculated in QGIS. Regarding the coverage data, the following were calculated: Built-up Surface Factor (area occupied by buildings over the total area); Permeable Surface Factor (green surfaces over the total surface), and Permeable Surface Factor (it was generated by subtracting green and built-up surfaces from the total area). Concerning the urban morphologies parameters were generated: Average Height of the Buildings (using the difference between the base points of each building and the height value on the surface was calculated); the Sky View Factor (the UMEP-Sky View Factor add-on tool was used, with the building and height data) finally, using the last product, the Aspect Ratio (relationship between the height of the buildings and the width of the street) was generated. Next, a 10×10 km mesh with cells of 100×100 meters in dimension was created; using the Zonal Statistics tool, the mean value of the six parameters for each cell was calculated. The corresponding ranges of each parameter for each LCZ were determined using those proposed by Stewart and Oke (2012), which were incorporated into a Python code that allows the generation of the LCZ map within QGIS. This code generates three iterations of classification, determining according to the parameters which are the two majority classes in each cell. This methodology has already been tested in different Italian cities (Esposito *et al.*, 2023) and this work focuses on presenting another case of application in an average Italian city. Finally, it is important to note that this classification focuses on the built-up classes, therefore, the natural cover classes are only presented as an extra-urban area.

The case selected case for the application of this methodology is the city of Brindisi, located in the region of Puglia in southern Italy. This urban area is the capital of Brindisi province and has a coastline on the Adriatic Sea. The city has a Mediterranean climate with hot, dry summers and cool winters; a total population of 83317 inhabitants (Istituto Nazionale di Statistica 2017), and an important port and industrial activity.

The resulting map shows that the study area presents mostly natural cover areas, including the areas of agricultural production surrounding the city, mainly fruit trees. As for the LCZ built-up, it is noteworthy that there are no classes 1 and 4, which represent areas of very tall buildings (more than 10 floors). It is observed that the classes of medium height, both dense (2) and dispersed (5), represent 28% of the

built-up surfaces; those of low height, dense (3) and dispersed (6) are the ones with the largest surface with 40%; ZCL 8 (warehouses) and 10 (industries) occupy 20%; finally, the remaining 12% is occupied by ZCL 9, which is sparsely built areas. Classification corroboration was done manually (by visual corroboration) and most results in the urban areas are excellent. The biggest problems arise in the classification of LCZ 8 and 10. In these particular cases, it was corroborated that the classification of the second majority is the most appropriate for the area. This demonstrates the need to make small adjustments to the code. On the other hand, a map validation was carried out with the LCZ product generated by the WUDAPT project for Europe. This demonstrated an accuracy of more than 70%.

LCZ maps are of great importance to be able to communicate urban climate results comparably not only in the field of urban climatology but for all urban environment studies. This is because the parameters reflected in each LCZ are relevant to different areas such as urban hydrology, biogeography, and bioclimatology. All of them always take into account the local scale of the classification.

In the particular case of the methodology proposed in this work, it has the particularity of making the classification taking into account the original parameters of the LCZ proposed by Stewart and Oke (2012). Although the results can be improved, the amount of information contained in this map is greater than that resulting from classification processes using satellite imagery. Our process, therefore, is an advancement on the WUDAPT data level from level 0 to 1.

Keywords: Local Climate Zones, GIS, Python, urban climate.

Acknowledgement: Natasha Picone acknowledged the European Commission for funding the Master in Urban Climate and Sustainability (MURCS). Glasgow Caledonian University, Glasgow, Scotland; LAB Applied Sciences, Lahti, Finland; Universidad de Huelva, Huelva, Spain, and HTW, Dresden, Germany Antonio Esposito acknowledges the Ph.D. financial support of the Italian Ministry of University and Research (MUR) by the PON "Ricerca e Innovazione 2014-2020 – Asse IV" –Ph.D. course in "Scienze e Tecnologie Biologiche ed Ambientali"– XXXVII cycle-University of Salento.

Olga Palusci acknowledges the Apulia Region for supporting her research work within the framework of the regional program RIPARTI at the University of Salento (grant number 32251bed).