

Cómo citar este trabajo: Quesada Ruiz, L. C. (2020). *Localización y caracterización de los vertederos ilegales en las Islas Canarias. Modelado espacial y temporal de la ocurrencia de vertederos ilegales en las Islas Canarias* (Summary of Doctoral dissertation, University of Sevilla, Spain). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles, (86)*. Retrieved from <https://bage.age-geografia.es/ojs/index.php/bage/article/view/3038>

RESUMEN DE TESIS DOCTORAL

Quesada Ruiz, Lorenzo Carlos. *Localización y caracterización de los vertederos ilegales en las Islas Canarias. Modelado espacial y temporal de la ocurrencia de vertederos ilegales en las Islas Canarias*. Universidad de Sevilla (España), diciembre 2019. Directores/as: Dra. Rosa María Jordá Borrell, Dr. Víctor Francisco Rodríguez Galiano & Dr. Manuel Ángel Aguilar Torres.

Resumen

La gestión de los residuos depositados en vertederos ilegales (VI) es un problema importante para las sociedades contemporáneas debido al gran volumen de basura depositada y los impactos que generan para el medio ambiente y la salud humana. Esta tesis aborda la construcción de modelos espacio-temporales de ocurrencia de VI a partir del modelado predictivo y la simulación. El modelado aplicado permitió obtener una cartografía exacta de zonas de ocurrencia potencial de VI, así como determinar las características socioeconómicas y medioambientales controladoras de esta, con la finalidad de servir de apoyo a los responsables de la aplicación de políticas dirigidas a la protección del medio ambiente y la planificación territorial (Biotto et al., 2009)..

Se caracterizaron y modelaron 286 y 153 VI localizados durante el año 2016 a través del trabajo de campo y ortofotointerpretación en las islas de Gran Canaria (GC) y La Palma (LP) (Quesada-Ruiz et al., 2018), respectivamente. La caracterización y modelado de los VI se sirvió de una base de datos geoespacial generada a partir de la muestra de VI e información derivada de diferentes subconjuntos de características (117): tipo de residuo, control y vigilancia, socioeconómicas, accesibilidad, distancia a elementos de interés, visibilidad y fisiografía.

Se aplicaron técnicas de análisis multivariante como análisis de componentes principales (ACP), regresión logística (RL) y análisis discriminante (AD). El ACP determinó las interrelaciones entre las características y simplificó el espacio de características. RL y AD permitieron establecer

relaciones de causalidad entre las características independientes y la ocurrencia de VI. Ambos modelos destacaron el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI), la pendiente, los cambios en los usos del suelo y la cercanía a núcleos urbanos como características decisivas en la ocurrencia de VI para LP. Mientras, en GC se destacó la influencia a la línea de costa, las transiciones en los usos del suelo a cubiertas artificiales o la densidad de invernaderos. Con AD, se obtuvieron cartografías de probabilidad de ocurrencia de VI y mapas de áreas potencialmente afectadas por VI (Quesada-Ruiz et al., 2019a).

Probablemente la aportación más significativa de la tesis sea el desarrollo de una nueva metodología. Area Feature Guided Regularised Random Forest (AFGRRF), un nuevo método de selección de características aplicado a fenómenos binarios apoyado en la modificación del algoritmo Guided Regularized Random Forest (GRRF) (Rodríguez-Galiano et al., 2018; Deng et Runger, 2013). AFGRRF tiene como novedad la optimización conjunta de la exactitud cartográfica global y la minimización del área afectada a través de las ratios de éxitos.

Por último, se investigó la ocurrencia de VI en dos zonas pilotos de la isla de GC, noroeste (Zona A) y sudeste (Zona B), bajo la consideración de los VI como un sistema dinámico y complejo (Quesada-Ruiz et al., 2019b). Ello permitió evaluar la progresión de los VI entre periodos, analizando la dimensión temporal del crecimiento de los VI y su relación con los procesos de cambios de usos del suelo, como el “boom inmobiliario”. A diferencia de los estudios centrados en el modelado predictivo de VI, esta aproximación trascendió por primera vez al mero análisis de su ubicación, y permitió estimar conjuntamente la dimensión espacial y temporal de la ocurrencia de los VI, simulando la ocurrencia de VI entre 2000 y 2018 en base a modelos de autómatas celulares (Eastman, 2015).

El análisis del de superficies afectadas por VI para el periodo comprendido entre 2000 y 2006 reflejó una tasa de crecimiento interanual del 4,5% y 9,5% en la Zona A y Zona B, respectivamente. Para el periodo entre 2006 y 2012 la tasa de crecimiento interanual fue del 6,6% y 6,7%. Dichos cambios representaron un aumento en términos absolutos en el año 2006 de 20,5 ha y 97,8 ha, y en 2012 de 97,8 ha y 111,6 ha, para la Zona A y Zona B, respectivamente. Por su parte, el mejor modelo de simulación pronosticó un aumento de 52,3 ha y 81,5 afectadas por VI para el año 2018 en la Zona A y Zona B, respectivamente.

El análisis de la relación entre los VI y los usos del suelo mostró que los VI de ambas zonas se localizaron principalmente en las zonas agroganaderas y zonas de vegetación escasamente alejadas de las áreas urbanas, accesibles y sin control ni vigilancia para todos los períodos. El

crecimiento de los VI fue mayor en áreas urbanas, espacios en construcción y zonas industriales durante el periodo entre 2000 y 2006, pudiendo estar altamente relacionado con el proceso de expansión urbana ligada al “boom inmobiliario”. Sin embargo, las tasas de crecimiento interanual de VI en entornos urbanos descendieron en el periodo posterior a la crisis económica de 2008 y a la aparición de nuevas regulaciones en materia urbanística.

Summary

The management of waste deposited in illegal landfills (ILs) is a significant problem in contemporary societies due to the large volume of refuse deposited and the respective impacts on the environment and human health. This thesis addresses the construction of IL occurrence models based on predictive modelling and simulation. The modelling applied enabled a precise mapping of potential IL occurrence zones to be obtained, and to determine the socioeconomic and environmental features controlling them, the aim being to support officials responsible for applying environmental protection and territorial planning policies (Biotto et al., 2009).

A total of 286 and 153 IL respectively located during the year 2016 on the islands of Gran Canaria (GC) and La Palma (LP) through fieldwork and orthophoto interpretation were characterised and modelled (Quesada-Ruiz et al., 2018). The characterization and modelling of the IL also used a geospatial database generated from a sampling of IL and information derived from various feature subsets (117): waste type, control and vigilance, socioeconomic, accessibility, distance to elements of interest, visibility and physiography.

Multivariate analysis techniques were applied, such as principal component analysis (PCA), logistic regression (LR) and discriminant analysis (DA). PCA determined the interrelationships between features and simplified the feature space. LR and DA enabled causal relationships to be established between the independent features and IL occurrence. Both models highlighted the NDVI, slope, land-use changes and proximity to urban centres as decisive features for IL occurrence in LP, while in GC the influence of the coastline, land-use transitions to artificial coverage or greenhouse density stood out. DA was used to obtain maps of the probability of IL occurrence and of areas potentially affected by IL (Quesada-Ruiz et al., 2019a). The development of a new methodology is probably the most significant contribution of the thesis. Area Feature Guided Regularised Random Forest (AFGRRF) is a new feature selection method applied to binary phenomena and supported by the Gaussian Regularised Random Forest (GRRF) algorithm (Rodríguez-Galiano et al., 2018; Deng et Runger, 2013). A novelty of AFGRRF is the joint optimisation of overall mapping accuracy and minimisation of the affected area by success ratios.

Finally, IL occurrence was investigated in two pilot zones on the island of GC, northwest (Zone A) and southeast (Zone B), considering IL as a dynamic and complex system (Quesada-Ruiz et al., 2019b). This enabled evaluation of IL progression between periods, analysing the time dimension of IL growth and its relationship to land-use change processes such as the 'housing bubble'. Unlike studies that focus on predictive IL modelling, this approach for the first time went beyond mere analysis of their location and enabled joint estimation of the spatial and time dimension of IL occurrence, simulating IL occurrence between 2000 and 2018 based on cellular automata models (Eastman, 2015).

The analysis of surfaces affected by IL for the period between 2000 and 2006 indicated an inter-annual growth rate of 4.5% and 9.5% in Zone A and Zone B, respectively for the period between 2006 and 2012 the inter-annual growth rate was 6.6% and 6.7%. Those changes represented an increase in absolute terms in the year 2006 of 20.5 ha and 97.8 ha, and in 2012 of 97.8 ha and 11.6 ha, for Zone A and Zone B, respectively. The best model simulation forecast an increase of 52.3 ha and 81.5 ha affected by IL for the year 2018 in Zone A and Zone B, respectively.

The analysis of the relationship between the IL and land uses showed that the IL of both zones were mainly located in agro-livestock zones and areas of vegetation not far from urban areas, accessible and with neither control nor vigilance for all the periods. Growth of IL was greater in urban areas, construction spaces and industrial zones during the period between 2000 and 2006, and may be highly related to the urban expansion process linked to the "housing bubble". However, the inter-annual IL growth rates in urban environments fell during the period after the 2008 economic crisis and the appearance of new urbanisation regulations.

Bibliografía

Biotto, G., Silvestri, S., Gobbo, L., Furlan, E., Valenti, S., & Rosselli, R. (2009). GIS, multi-criteria and multi-factor spatial analysis for the probability assessment of the existence of illegal landfills GIS, multi-criteria and multi-factor spatial analysis for the probability assessment of the existence of illegal landfills. *International Journal of Geographical Information Science*, 23(10), 1233-1244. <https://doi.org/10.1080/13658810802112128>

Eastman, J.R. (2015). *TerrSet: Geospatial Monitoring and Modeling Software*. Clark Labs. Clark University, Worcester, USA.

- Deng, H., & Runger, G. (2013). Gene selection with guided regularized random forest. *Pattern Recognit*, 46, 3483-3489. <https://doi.org/10.1016/j.patcog.2013.05.018>
- Quesada-Ruiz, L., Rodriguez-Galiano, V., & Jordá-Borrell, R. (2018). Identifying the main physical and socioeconomic drivers of illegal landfills in the Canary Islands. *Waste Management & Research*, 36, 1049–1060. <https://doi.org/10.1177/0734242X18804031>
- Quesada-Ruiz, L., Rodriguez-Galiano, V., & Jordá-Borrell, R. (2019) .Characterization and mapping of illegal landfill potential occurrence in the Canary Islands. *Waste Management*, 85, 506-518. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.01.015>
- Quesada-Ruiz, L., Perez, L., & Rodriguez-Galiano, V (2019). Spatiotemporal analysis of the housing bubble's contribution to the proliferation of illegal landfills – The case of Gran Canaria. *Science of Total Environment*, 687, 104-117. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.06.079>
- Rodriguez-Galiano, V. F., Luque-Espinar, J. A., Chica-Olmo, M., & Mendes, M. P. (2018). Feature selection approaches for predictive modelling of groundwater nitrate pollution: An evaluation of filters, embedded and wrapper methods. *Science of the Total Environment*, 624, 661-672. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.152>