



## Revisión de literatura sobre el uso de SIGs en la reconfiguración del área metropolitana de Monterrey para una mejor calidad de vida

Figuroa-Garza, Federico Guadalupe<sup>1</sup>; Solís-Peña, Carolina<sup>2</sup>; Saucedo-Espinosa, Francisco<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Contaduría Pública y Administración Monterrey, Nuevo León, México, correo de contacto del Autor 1, Av. Universidad S/N

Col. Ciudad Universitaria, (+52) 81 8320 4080

<sup>2</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Contaduría Pública y Administración Monterrey, Nuevo León, México, correo de contacto del Autor 2, Av. Universidad S/N

Col. Ciudad Universitaria, (+52) 81 8329 4080

<sup>3</sup>Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Contaduría Pública y Administración Monterrey, Nuevo León, México, correo de contacto del Autor ..., Av. Universidad S/N

Col. Ciudad Universitaria, (+52) 81 8329 4080

---

Artículo arbitrado e indexado en Latindex

Revisión por pares

Fecha de recepción: julio 2020

Fecha de publicación: diciembre 2020

---

### Resumen

El contexto actual en el que nos desenvolvemos nos ha llevado a tener un crecimiento urbano no planeado de la mejor forma y solo preocupado por crecer la mancha urbana por necesidad más que de manera holística para los ciudadanos. Esto conlleva a tratar de pensar en una reconfiguración urbana entorno al ciudadano y su calidad de vida, es por eso que este artículo hace un análisis de literatura referente a herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) y planeación urbana con el fin de poner bases sólidas para una futura investigación.

**Palabras clave:** Sistemas de Información Geográfica, planeación urbana, reconfiguración urbana, desarrollo sustentable, análisis espacial.

### Abstract

The current context in which we operate has led us to have an unplanned urban growth in the best way and only concerned with growing the urban stain out of necessity rather than holistically for citizens. This leads to trying to think about an urban reconfiguration around the citizen and his quality of life, that is why this article analyzes the literature regarding Geographic Information Systems (GIS) tools and urban planning in order to lay solid foundations for future research.

**Key words:** Geographic Information Systems, urban planning, urban reconfiguration, sustainable development, spatial analysis.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las ciudades crecen en veces desmedidas, en veces organizadas de acuerdo a el crecimiento poblacional, de la industria, de la economía, pero este crecimiento a veces con una planeación burda trae como consecuencia que el ciudadano se transporte y pierda muchas horas en esta actividad. Es por eso que se decide hacer un análisis de literatura sobre los SIGs y la planeación urbana para tratar de crear en un futuro una reconfiguración de la ciudad en base a las necesidades de los ciudadanos.

Por lo tanto, las evaluaciones de los análisis SIG para la investigación de desarrollo urbano proporcionan información valiosa sobre las tendencias generales de la investigación. Las revisiones anteriores han evaluado las tendencias de desarrollo e infraestructura de la planeación urbana [8,9]; Estas revisiones proporcionan información crítica sobre la evolución y la historia de la planeación urbana y caracterizan las limitaciones continuas de la nueva tecnología. Sin embargo, tales revisiones no hacen evaluaciones directas de la investigación que se está realizando para el desarrollo urbano alrededor del ciudadano o qué tan bien se alinea esta investigación con el estado actual de la técnica. Por lo tanto, existe una brecha en la literatura que permitiría evaluaciones de investigaciones relevantes del desarrollo urbano; Dichas evaluaciones podrían revelar posteriormente ideas sobre la idoneidad de esta investigación frente a una industria cambiante impulsada por la tecnología. Esta revisión tiene como objetivo llenar este vacío mediante el uso de una evaluación de la investigación SIG para la planeación urbana centrada en el ciudadano, una herramienta de investigación común y sólida para evaluar directamente las tendencias de investigación en el sector. El análisis de la literatura revisada revela importantes tendencias geográficas y cronológicas en la investigación de este tema. Estas tendencias se utilizan para evaluar implicaciones más amplias y hacer sugerencias para estandarizar la investigación sobre energías renovables y mejorar la investigación futura de SIG.

## 2. MARCO TEÓRICO

Los SIG se desarrollaron a fines de la década

de 1960, pero en los primeros días muy pocos departamentos de planificación los instalaron debido al costo prohibitivo del hardware y la capacidades limitadas del software. La mayoría de los primeros sistemas de software se centraron en el mapeo informático con pocas funciones analíticas.

El software más poderoso en ese momento estaba basado en la red. La posterior caída en los precios de hardware, almacenamiento de computadoras y periféricos, que acompaña mejora en el rendimiento del hardware y software (particularmente la velocidad de la computadora procesadores) y avances en las estructuras de datos y algoritmos relacionados de SIG basados en vectores (ver Worboys, Capítulo 26), ha hecho que los SIG sean más asequibles, menos lentos y más viables. Desde principios de la década de 1980, ha habido un marcado aumento en la instalación de SIG en diferentes niveles y departamentos de áreas urbanas y gobiernos regionales en los países desarrollados,

notablemente de Europa (Bardon et al 1984; Campbell 1994) y Norteamérica (francés y Wiggins 1990): ver Campbell, Capítulo 44. Con más disminución en el precio del hardware de la computadora y software, el uso de SIG ha surgido en zonas urbanas planificación en los países en desarrollo en la década de 1990 (Yeh 1991). Los SIG son cada vez más accesibles para los planificadores y ahora es una herramienta importante para la planificación urbana en

países desarrollados y en desarrollo por igual.

SIG es solo uno de los sistemas informáticos formalizados

sistemas de información capaces de integrar datos

de varias fuentes para proporcionar la información

necesario para la toma de decisiones efectiva en zonas urbanas planificación (Han y Kim 1989). Otra información

Los sistemas de planificación urbana incluyen una base de datos sistemas de gestión (DBMS), soporte de decisiones sistemas (DSS) y sistemas expertos. Los SIG sirven tanto como una base de datos como una caja de herramientas para la planificación urbana.

(Figura 1).

Los planificadores también pueden extraer datos de sus bases de datos e ingresarlos en otros programas de modelado y análisis espacial.

Cuando se combina con datos de otras bases de datos tabulares o encuestas realizadas especialmente, la información geográfica se puede utilizar para hacer decisiones efectivas de planificación. Como caja de herramientas, GIS permite a los planificadores realizar análisis espaciales utilizando funciones de geoprosesamiento como superposición de mapas,

medición de conectividad y almacenamiento en búfer (Berry 1987; Tomlin 1990).

La gestión de bases de datos, la visualización, el análisis espacial y el modelado espacial son los principales usos de SIG en planificación urbana (Levine y Landis 1989; Marble y Amundson 1988; Webster 1993, 1994).

Los SIG se utilizan para almacenar mapas y planes de uso de la tierra, datos socioeconómicos, datos ambientales y planificación. aplicaciones. Los planificadores pueden extraer información útil desde la base de datos mediante consulta espacial. El mapeo proporciona las herramientas de visualización más potentes en SIG.

Se puede usar para explorar la distribución de datos socioeconómicos y ambientales, y visualización Los resultados del análisis espacial y los ejercicios de modelado.

El análisis espacial y el modelado se utilizan para espacial análisis estadístico, selección de sitios, identificación de planificación de áreas de acción, análisis de adecuación de la tierra, tierra

utilizar modelos de transporte y evaluación de impacto. Interpolación, superposición de mapas, almacenamiento en búfer y conectividad.

Las mediciones son las funciones SIG más utilizadas en análisis espacial y modelado. El uso de las funciones anteriores varía según las diferentes tareas y etapas de la planificación urbana.

A continuación, se presentará el

análisis de literatura que tiene como objetivo sentar las bases para un futuro estudio sobre la mejora de calidad de vida en áreas metropolitanas con el uso de los SIGs.

### 3. MÉTODO

La necesidad de la revisión y el análisis de literatura se identificó durante un programa de investigación académico-industrial de múltiples participantes para codiseñar un programa de trabajo que pueda ayudar a mejorar la calidad de vida de los ciudadanos. Las discusiones iniciales y las evaluaciones preliminares revelaron la necesidad de evaluaciones de datos espaciales y que una revisión de investigaciones anteriores revelaría tendencias clave que informarían y mejorarían el uso de datos espaciales para futuras investigaciones sobre la reconfiguración de ciudades. La revisión se planificó en torno a términos de búsqueda que proporcionarían una visión general representativa de los análisis de SIG en las reconfiguraciones de las áreas metropolitanas. El objetivo de la revisión fue abordar dos preguntas a priori: (1) ¿hay tendencias en la investigación de reconfiguración de áreas metropolitanas que puedan revelarse mediante el uso de SIG y (2) pueden usarse estas tendencias para informar o mejorar evaluaciones futuras?

Los términos de búsqueda utilizados para la revisión sistemática de la literatura fueron:

- GIS and urban reconfiguration.
- GIS and urban planning.
- Spatial planning and urban reconfiguration.
- Spatial planning and urban planning.

#### 3.1. Selección y reseña de artículos

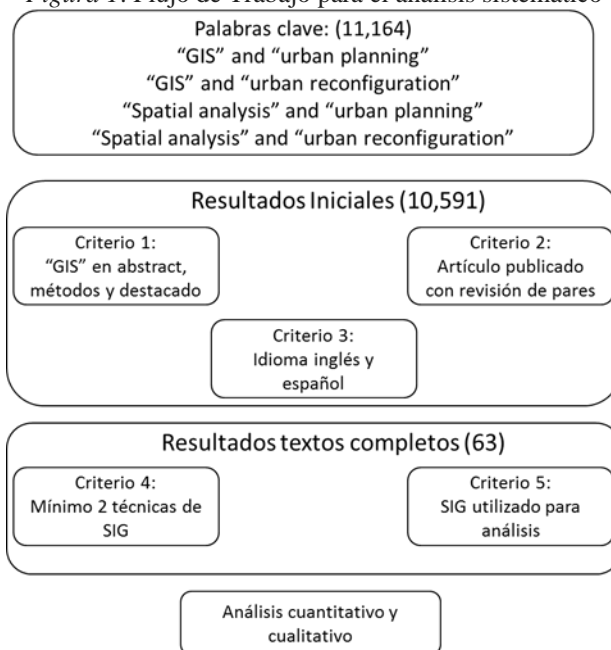
Se realizó una revisión sistemática en el periodo comprendido de enero a marzo de 2020 en dos bases de datos: EBSCO y Emerald que se alojan dentro del Consorcio Nacional de Recursos de Información Científica y Tecnológica (CONRICyT). Fue dirigida por pautas y listas de verificación establecidas por investigaciones anteriores [14]; ver también la información suplementaria (SI). Las búsquedas se realizaron utilizando los términos enumerados anteriormente sin tener en cuenta el orden de las

palabras y agregando comillas y operadores booleanos y colectivamente las tres bases consultadas arrojaron 3,648 resultados. El idioma o la fecha de publicación no se especificaron para la revisión. Estos fueron reducidos a 3,402 estudios en las bases de datos específicas y utilizando una serie de búsquedas de palabras clave que típicamente se satisfacían usando resúmenes de artículos (Fig. 1).

El primer criterio para la inclusión fue contener la abreviatura común "GIS" en cualquier parte de las secciones de palabras clave, resumen, resaltados o métodos. Esto se

hizo para garantizar la compatibilidad con el tema de esta revisión. El segundo criterio era que el resultado de la búsqueda tenía que ser un manuscrito publicado, revisado por pares; Esto significa que se excluyeron los procedimientos de la conferencia y la literatura gris. El tercer criterio fue que estuvieran en idioma inglés o español. Esto ayudó a mitigar posibles sesgos de investigaciones inéditas y patentadas. Finalmente, se excluyeron los duplicados de búsquedas anteriores (Fig. 1).

Figura 1. Flujo de Trabajo para el análisis sistemático



Fuente: Elaboración propia.

Se aplicó un escrutinio adicional durante la revisión de texto completo posterior de los 10,591 resultados iniciales que examinaron el uso de técnicas SIG y evaluaron los enfoques analíticos de los estudios individuales (para fines SIG). La evaluación de texto completo también ayudó a garantizar la comparabilidad de los estudios, lo que facilitó el análisis. El objetivo principal de la revisión de texto completo era garantizar que solo los estudios que utilizaran un GIS como herramienta analítica (es decir, no simplemente para presentar resultados o mostrar un solo parámetro espacial) se incluyeran en esta revisión (Fig.1).

Esto se aseguró evaluando cada artículo para dos criterios: el uso de al menos dos variables SIG; y el uso de un SIG para análisis, no solo presentación de resultados. Después de estas evaluaciones, quedaron 63 resultados de búsqueda. Estos artículos fueron utilizados para los análisis cualitativos y cuantitativos presentados aquí

### 3.2. Análisis

Los análisis se realizaron utilizando una serie de factores comunes seleccionados en la investigación GIS los cuales se extrajeron manualmente de los valores incluidos en los estudios identificados por el proceso de selección descrito anteriormente.

Estos factores consisten en: el tipo de análisis SIG que se empleó; los objetivos de investigación que se persiguen; la existencia y el tipo de otros análisis no SIG; la ubicación geográfica de los estudios; el año de publicación; el número de parámetros SIG examinados; que el área de estudio fueran zonas metropolitanas y la cantidad de los datos espaciales referentes al área a estudiar. Muchos factores eran directamente comparables, sin embargo, los parámetros SIG y los tipos de análisis debían compilarse en categorías después de la interpretación manual para tener en cuenta los términos no estándar que describen elementos similares o idénticos en estudios dispares. Las ubicaciones geográficas también tuvieron que clasificarse para tener en cuenta las convenciones de nomenclatura no estándar.

Las estadísticas descriptivas se calcularon dentro de una hoja de cálculo para cada uno de los factores enumerados anteriormente, y se realizaron análisis comparativos y de series de tiempo utilizando estos cálculos iniciales para revelar medidas de resumen para los estándares y tendencias SIG en el campo de planeación urbana. No se impuso ninguna restricción cronológica durante el proceso de revisión, por lo que los análisis de series de tiempo se realizan durante el período de dieciocho años definido por el rango de publicaciones seleccionadas por el proceso de revisión (2001-2019). No se confirmó una distribución gaussiana de los datos antes de las evaluaciones estadísticas; por

lo tanto, los valores atípicos se identificaron utilizando el Rango Intercuartil (RIQ) y se definen como 1.5 el RIQ [16,17]. Los valores atípicos se discuten y se utilizan para evaluar el potencial de sesgo en estudios individuales o tipos de estudio, pero no se eliminan, ya que no se puede descartar su importancia potencial para las tendencias generales. El RIQ también se usa junto con medios para evaluar y comparar distribuciones de datos. Las estadísticas comparativas se utilizaron al clasificar los estudios en dos tipos distintos de enfoques analíticos (descriptivo y prescriptivo).

#### 4. RESULTADOS

La revisión sistemática de la literatura de los artículos revisados por pares arrojó 63 estudios. Este es un resultado comparable a muchas revisiones sistemáticas de otros campos de estudio [18,19]. Por lo tanto, no se incluyó literatura gris y limitar la revisión a los datos revisados por pares ciegos agregó un nivel mayor para garantizar la calidad a los análisis del estudio. Se produjeron varios conjuntos utilizando los datos informados en los artículos seleccionados y se utilizan para los análisis de literatura.

Estos datos produjeron conjuntos de datos cualitativos (por ejemplo, objetivos de investigación; tipos de análisis) y cuantitativos (por ejemplo, cantidad de fuentes SIG; cantidad de fuentes no SIG) (Tabla 1).

*Tabla 1.* Parámetros de análisis de literatura

Parámetro	Normalización	Outliers	Tipo de dato
Tipo de análisis SIG	NA	N	Cualitativo
Objetivos de la investigación	Clasificado por el objetivo (interpretados por los autores)	N	
Análisis No SIG	NA	N	
Localización geográfica	NA	N	Cuantitativo
Año	NA	N	
Cantidad de datos espaciales	Clasificados por los autores	Y	

Fuente: Elaboración Propia.

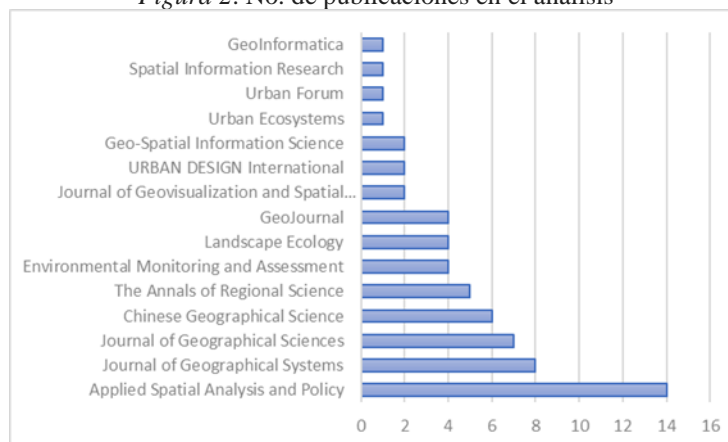
#### 4.1. Estadística Cuantitativa

#### 4.2. Journals

Los artículos revisados se publicaron de 2001 a 2019 en 15 revistas. De estas revistas, las cinco más prolíficas representan (~ 22%), (~

12%), (~ 11%), (~ 09%) y (~ 08%) de las publicaciones (Fig. 2). Diez revistas (~ 37%) publicaron 4 artículos o menos incluido en esta revisión (Fig. 2).

Figura 2. No. de publicaciones en el análisis



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.3. Localización Geográfica

Se realizaron investigaciones para estas publicaciones en 5 ubicaciones (Fig. 3). Ninguna investigación incluida en esta revisión se realizó en Latinoamérica, Australia o la Antártida. La mayor densidad de publicaciones se encontró en Europa y Asia (Fig. 3; SI). El

mayor número de estudios asiáticos se realizó en China (cuatro estudios), en Europa tiene la delantera Holanda (cuatro publicaciones), en América del Norte están relativamente poco estudiado el tema. (Fig. 3).

Figura 3. Geolocalización de revistas



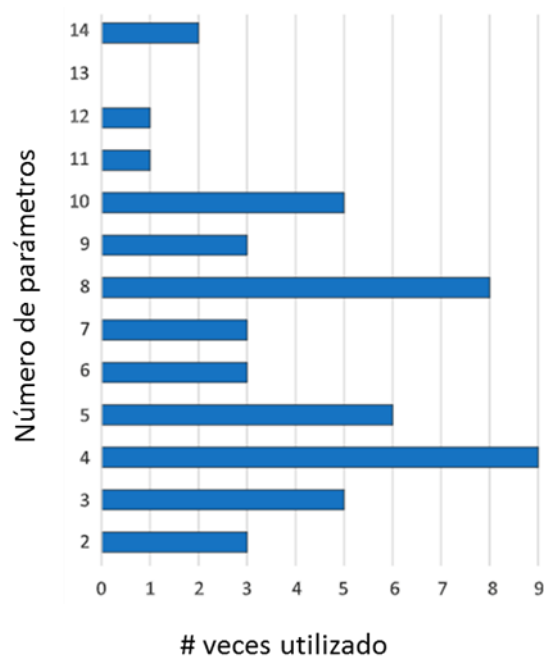
Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Parámetros SIG

El uso de al menos dos parámetros SIG fue un criterio de selección que se incluyó en esta revisión. En comparación, tres estudios [30,32,33] utilizaron este número mínimo de parámetros espaciales (Fig. 4), mientras que el mayor número de parámetros espaciales

considerados fue 14 [34,35] (Fig. 4). Ninguno de estos valores son valores atípicos (es decir, todos están dentro de 1.5 veces el RIQ). El número más común de parámetros espaciales evaluados en la literatura revisada es cuatro, que se utilizó nueve veces (Fig. 4).

Figura 4. Cantidad de parámetros utilizados por artículo



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.5. Discusiones

Muchos ejemplos de variabilidad revelados por esta revisión pueden explicarse por la necesidad de parámetros a medida que se adaptan a los objetivos de los estudios individuales. Por lo tanto, si bien las tendencias identificadas por esta investigación son un compendio útil para hacer referencia a estudios anteriores, no se pueden recomendar estándares basados en todos ellos.

Esta es una limitación inherente al análisis de una herramienta de investigación con aplicaciones tan diversas. A pesar de esta limitación, se han revelado muchas tendencias notables. La gama de artículos de revistas que publican pruebas SIG para planeación urbana destaca la diversidad de intereses de investigación en este campo. Diez de las 15 revistas revisadas por pares que publicaron investigaciones incluidas en esta revisión publicaron cuatro o menos artículos (Fig. 2), lo que sugiere que las motivaciones dentro de este tema son variadas. Del mismo modo, los valores para los parámetros individuales evaluados en estos estudios fueron muy diversos. Esta variabilidad probablemente esté relacionada con los valores relativamente bajos

de esta categoría; sin embargo, dado que el número máximo de parámetros evaluados en cualquier estudio fue de 14 y el rango fue de 12, esto sigue siendo una inconsistencia significativa. También es probable que esto sea una función de la diversidad en las motivaciones de la investigación.

El tipo y la cantidad de parámetros espaciales utilizados en las evaluaciones de planeación urbana probablemente dependan del tipo de investigación que se realice. Por ejemplo, es concebible que las evaluaciones del impacto ambiental de los desarrollos urbanos requerirían menos parámetros espaciales que un análisis de selección de sitio de un complejo empresa – habitación [34].

Sin embargo, para esta revisión, se supone que el número de parámetros espaciales utilizados en las evaluaciones de desarrollo urbano también es un indicador práctico de la importancia de los análisis SIG dentro de la investigación general y, por lo tanto, una métrica potencial para la importancia de la información espacial en general. Esta suposición está respaldada por investigaciones previas, que sugieren que los análisis de SIG se pueden aplicar a diversos exámenes de

desarrollo urbano y es probable que puedan avanzar al ritmo de las futuras tecnologías SIG [72,73].

El número de parámetros SIG evaluados por estudios individuales también es una medida potencial para el nivel de consideración dado a los intereses en competencia y los impactos debido a la naturaleza espacialmente variable de estos factores. El mayor número de parámetros espaciales evaluados se produce consistentemente durante la selección del sitio y la investigación de asistencia de planificación (Fig. 4). Estos estudios también tendieron a ser prescriptivos (todos los estudios que usaron > 11 parámetros espaciales fueron prescriptivos; Fig. 4) mientras que la investigación que usaba un número bajo de parámetros SIG fue típicamente descriptiva.

Estas características son compatibles con una interpretación de que un marco de investigación basado en la asistencia de planificación o la selección de sitios es más útil para los investigadores que intentan establecer procedimientos para incorporarlos en el trabajo futuro. Por el contrario, los exámenes de impacto urbano y muchas evaluaciones de recursos tendieron a usar 4 parámetros SIG (Fig. 4). Esto sugiere que la priorización a priori de un aspecto particular de un recurso o factor puede dictar el diseño del estudio. Este no es necesariamente un aspecto negativo y, en algunos casos, puede ser necesario para los objetivos del estudio. Sin embargo, se debe tener cuidado para reducir los sesgos de los investigadores al decidir las prioridades de un estudio [74] y la naturaleza especializada de estos exámenes probablemente reduce la compatibilidad con otras investigaciones sobre desarrollo urbano.

## 5. CONCLUSIONES

A pesar de la importancia de este campo de estudio, aparentemente se ha dirigido poco esfuerzo para evaluar los cambios y las tendencias de la propia investigación. Esta revisión sistemática proporciona dicha evaluación. La revisión y los análisis posteriores fueron dirigidos por dos preguntas de investigación: (1) ¿hay tendencias en la investigación de desarrollo urbano para la mejora de calidad de vida que pueden ser

reveladas por el uso de SIG y (2) pueden usarse estas tendencias para informar o mejorar evaluaciones futuras, las cuales son respondido por los análisis presentados aquí. Este estudio revela las tendencias en el número y tipo de publicaciones sobre temas relacionados, ubicaciones de estudio y valores para parámetros individuales. Es importante destacar que estas tendencias han permitido nuevos análisis de la investigación desarrollo urbano que caracterizan las tendencias y proporcionan información sobre las motivaciones y estándares de investigación.

Se profundizará en investigaciones futuras en la aplicación de los SIG para la reconfiguración de las áreas metropolitanas para una mejor calidad de vida de los ciudadanos de forma holística.



## REFERENCIAS

- Bardon, S., Elliott, J., Stothers, N. (1984). Computer applications in local authority planning departments 1984: a review. *Birmingham, Department of Planning and Landscape*, City of Birmingham Polytechnic
- Berry, J. (1987) Fundamental operations in computer-assisted map analysis. *International Journal of Geographical Information Systems* 1: 119–36
- Campbell, H. J., (1994). How effective is GIS in practice? A case study of British Local Government, *International Journal of Geographic information systems*, Vol. 8 (3). Pp309-327
- Chiang, AC., Keoleian, GA., Moore, MR., Kelly, JC. (2016). Investment cost and view damage cost of siting an offshore wind farm: a spatial analysis of Lake Michigan. *Renew Energy*
- Droj, Gabriela. (2012). GIS and remote sensing in environmental management. *Journal of environmental protection and ecology*. 2.
- Dvorak, MJ., Archer, CL., Jacobson, MZ. (2010). California offshore wind energy potential. *Renew Energy* 35:1244–54.
- Eckhardt, D., Leiras, A., Thomé, AMT. (2018). Systematic literature review of methodologies for assessing the costs of disasters. *Int J Disast Risk RE*.
- Elwood, S (2006) Critical issues in participatory GIS: deconstructions, reconstructions, and new research directions. *Transactions in GIS* 10(5), 693- 708.
- Gadad, S., Deka, PC. (2016). Offshore wind power resource assessment using Oceansat-2 scatterometer data at a regional scale. *Applied Energy*.
- Han, Y., Kim, T. (1989). Can expert systems help with planning? *Journal of the American Planning Association* 55: 296–308
- Hubert, M., Van der Veecken, S. (2008). Outlier detection for skewed data. *J Chemom*.
- Levine, J., Landis, J. & Klosterman, R. (1989). Geographic Information Systems for Local Planning, *Journal of the American Planning Association*, 55:2, 209-220
- Mangi AMS, Rodwell L. (2014). The potential of offshore windfarms to act as marine protected areas—a systematic review of current evidence. *Mar Pol*.
- Marble, D. F., & Amundson, S. E. (1988). Microcomputer-Based Geographic Information Systems and Their Role in Urban and Regional Planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 15(3), 305–324
- Moher, D., Liberati A., Tetzlaff, J., Altman DG. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med*,
- Rousseeuw. PJ, Hubert, M. (2011). Robust statistics for outlier detection. *Wires Data*.
- Thompson, PM., Hastie, GD., Nedwell, J., Barham, R., Brookes, KL., Cordes, LS., Bailey, H., McLean, N. (2013). Framework for assessing impacts of pile-driving noise from offshore wind farm construction on a harbour seal population. *Environment Impact Assess Review*.
- Tomlin, D. (1990) *Geographic information systems and cartographic modeling*. Englewood Cliffs, Prentice-Hall
- Webster, C. J. (1994). GIS and the Scientific Inputs to Planning. Part 2: Prediction and Prescription. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 21(2), 145–157
- Wright, JR. (1990). ISIS: Toward an integrated spatial information system. In: *Kim TJ, Wiggins LL, Wright JR (eds) Expert systems: Applications to urban planning*. Springer, Berlin Heidelberg New York, pp 43–66
- Xhafa, S., & Kosovrasti, A. (2015). Geographic Information Systems (GIS) in Urban Planning. *European Journal Of Interdisciplinary Studies*, 1(1), 85-92. doi:10.26417/ejis.v1i1.p85-92
- Yeh, A. (1991). The development and applications of geographic information systems for urban and regional planning in the developing countries. *International Journal of Geographical Information Systems* 5: 5–27