

Elaboración de la cartografía temática de la zona urbana central de la parroquia Puerto Bolívar

Elaboration of the thematic cartography of central urban area Puerto Bolívar parish

*Jean Yunga¹; Betsy Díaz¹; Juan Berrú¹; Wilmer Zambrano¹

¹Universidad Técnica de Machala

*jean-1-15@hotmail.com

RESUMEN

Los mapas a lo largo de la historia han sido una de las principales fuentes de información geográfica, representando el estado y la forma del territorio. La zona central de la parroquia Puerto Bolívar del cantón Machala se caracteriza por poseer uno de los puertos estratégicos del país, debido a esto existe una restricción al acceso de información cartográfica, además de la carencia de una base de datos dinámica. El objetivo de la investigación es elaborar la cartografía temática de la zona de estudio mediante información catastral física y digital de años anteriores, observación directa de campo, información topográfica resultado de un vuelo fotogramétrico con un vehículo aéreo no tripulado eBee Sensefly, serie EB-03-32513; y finalmente con la aplicación de un sistema de información geográfico (SIG). Como resultado se obtuvo una cartografía temática conformada por un mapa topográfico, geográfico, turístico, de centros educativos y del uso de suelo, además la base de datos única almacenada en el SIG, que posee información como la tasa per cápita de residuos sólidos, áreas de construcción, densidad habitacional, códigos catastrales e impuestos. En el análisis realizado del uso de suelo de la zona central de la Parroquia Puerto Bolívar se encontró el incumplimiento del índice verde urbano recomendado por la Organización Mundial de la Salud, además la evolución de las distintas áreas de la zona central de la parroquia.

Palabras clave: Cartografía, cartografía temática, Sistema de información geográfica, uso de suelo, evolución territorial, vehículo Aéreo no tripulado.

ABSTRACT

Throughout history, maps have been one of the main sources of geographic information as they show the state and form of the territory. The central area of Puerto Bolívar is characterized by having one of the strategic ports of Ecuador. Due to this characteristic, there is a restriction on the access of cartographic information and the absence of a dynamic database. The aim of this research is to develop the thematic cartography of the area under study. Data were collected from different methods and sources such as physical and digital cadastral information from previous years; direct observation; by collecting topographic information resulting from a photogrammetric flight developed with an unmanned aerial vehicle eBee Sensefly, series EB-03-32513; and, and through the application of a Geographical Information System (GIS). As a result, a thematic map was obtained, consisting of a topographical, geographical, tourist map, educational centers, and land use. A unique database stored in the GIS, which has information such as the per capita rate of solid waste, areas of construction, housing density, cadastral codes, and taxes, was also part of the results of the study. Finally, in the analysis of the use of soil in the central area of Puerto Bolívar, the authors found the evolution of the different zones located in the central area of this town as well as the non-compliance of the urban green index recommended by the World Health Organization.

Keywords: Cartography, thematic cartography, geographic information system, soil use, territorial evolution, unmanned air vehicle

INTRODUCCIÓN

Actualmente, el constante proceso de urbanización, cambios sociales, económicos y turísticos a nivel mundial ha producido el interés de diferentes profesionales en expresar estos hechos y fenómenos mediante mapas. Entre los fenómenos más recurrentes de representar se encuentra la evolución del uso de suelo (Gálvez Hordillo & Romero Pérez, 2013). La cartografía de usos de suelos se ha convertido en una de las más demandadas por la sociedad, administraciones nacionales e internacionales, empresas, centros de investigación territorial, universidades, etc. Su valor aumenta no sólo con su calidad, sino también con su nivel de actualización (Castaño, Ruiz Gallardo, Gomez-Alday, Hoyos, & Sanchez, 2005).

La cartografía ha tenido una serie de desarrollos a través del tiempo y como resultado del avance tecnológico se comenzó a utilizar la fotografía aérea, esta técnica permite recolectar

más información a un menor tiempo. La revolución tecnológica trajo consigo la evolución de la informática, de esta manera se comenzaron a utilizar nuevas tecnologías para generar información geográfica como la fotografía aérea y los sistemas de información geográfica (Mora Páez & Jaramillo, 2004).

En Ecuador, la principal entidad encargada de la generación de la cartografía ha sido el IGM (Instituto Geográfico Militar), quien controla y distribuye las cartas topográficas y temáticas del territorio nacional. Cierta entidad mantiene restricción en cuanto a la cartografía de la parroquia Puerto Bolívar (Consejo Supremo de Gobierno, 1978) dificultando el acceso y uso de los mapas.

Para la elaboración de la cartografía del sitio de estudio se hará uso de un Equipo UAV (Vehículo aéreo no tripulado) mediante el cual se obtendrá la información base para el proceso de digitalización en un software perteneciente a los SIG,

complementada con la información de páginas y entidades oficiales del gobierno que conformará la base de datos dinámica. Para la elaboración de la cartografía se trabajó con la delimitación de la zona de estudio localizada en el mapa político de la ciudad de Machala descargada del INEC.

La cartografía

Según el ICA (International Cartographic Association) se define a la cartografía como “la ciencia, técnica y el arte de la elaboración y uso de los mapas” (ICA, 2015).

En países en desarrollo como México, se actualiza constantemente la base de datos y cartografías de la cobertura y uso de suelo del estado (Vélazquez, y otros, 2002). En España se elaboran cartografías que determinan áreas inundables y zonas de riesgo (Amaya Bescón Atin, 2000), y al igual que Cuba se ha introducido un sistema de información geográfica en el manejo del sistema de salud, realizando importantes aplicaciones en la epidemiología (Aránguez Ruiz, Soto Zabalgogea, Iriso Calle, Collantes, & García García 2004-2005, Fernandez Nuñez 2006).

Para poder definir y contextualizar todo lo que comprende la cartografía, se analizarán distintos conceptos presentados por varios autores (Asociación Cartográfica Internacional 1966, Aldana & Flores 2000, Gómez & Linares 2006, Balsa Barreiro & Lois González 2010), en investigaciones de carácter técnico mencionan a la cartografía como ciencia, técnica y arte que tiene por objetivo la representación gráfica de la tierra, parte de ella o cualquier fenómeno que ocurra en ella, el proceso de producción cartográfica se expresa bajo un conjunto de actividades especializadas tales como: observación directa, documentación histórica existente, levantamiento y procesamiento de información georreferenciada. En su aspecto científico y técnico se enfoca en diferentes disciplinas del mundo de la ingeniería, convirtiéndose en una herramienta imprescindible para el registro, comunicación y representación de datos geográficos o espaciales que pueden ser ubicados de forma precisa sobre la superficie terrestre.

La cartografía en su concepción tradicional detalla gráficamente todo lo que sea representa-

ble en un mapa, mientras que en la actualidad conforman una gran variada fuente de información, sobre todo si se incluye la aplicación de sistemas de información geográfica.

Los Sistemas de información geográfica

La relación existente entre la cartografía y los sistemas de información geográfica se remonta a la necesidad de la sociedad de poder manipular mapas y un gran volumen de información complementaria a estos, logrando así una revolución tecnológica e intelectual en la creación de la cartografía (Gómez & Linares 2006, Buzai & Baxendale, 2013).

Diversos autores, (Salinas Chávez, 2005; Llorrente del Río, 2012; Membrado, 2015) manifiestan que los sistemas de información geográfica y los avances tecnológicos ofrecen grandes posibilidades de comunicación en el mundo de la cartografía, permitiendo la conexión interactiva de GPS, dispositivos móviles y teledetección, mediante el uso del internet. Esta comunicación permite elaborar una cartografía a gran detalle y una valoración de datos totalmente actualizados, representados gráficamente en un sistema de información geográfica.

Los sistemas de información geográfica se destacan por ser una herramienta muy útil para el análisis y actualización del uso de los suelos, permitiendo demostrar su constante cambio y los efectos que tienen sobre el medio (Camacho Olmedo).

A nivel mundial con los avances tecnológicos, se puede apreciar como la cartografía y los sistemas de información geográfica ofrecen grandes beneficios en cualquier disciplina en donde se desee representar una base de datos de población, vegetación, cuencas hidrográficas, clima, uso de suelo e incluso en la salud y educación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Como investigación preliminar fue necesario la recopilación de datos de información física y digital; primero, en varias fuentes de la biblioteca municipal del cantón Machala, se encontraron

antecedentes, desarrollo socioeconómico, cambios en el uso del suelo y población; segundo, con fuentes digitales como el INEC se localizaron datos censales de la evolución territorial de la parroquia y en el IGM se encontraron varios parámetros que servirían como requisitos mínimos para la elaboración de la cartografía temática. Esta información fue útil para el correcto tratamiento de los datos, para la guía de la elaboración de la cartografía temática y para los cálculos de los datos necesarios como la densidad poblacional y uso de suelo.

Una vez recolectada la información de documentos y libros se procedió a la ubicación de la información geográfica, esto consistió en un shapefile (formato de almacenamiento de atributos de entidades geográficas) de los sectores censales facilitados por la AME (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas), además un archivo CAD (Computer-aided-design) de la parroquia Puerto Bolívar, desactualizado y sin proyección geográfica facilitado por el Municipio del cantón Machala. Se realizó una investigación de campo basada en dos etapas, la primera consistía en el levantamiento de información de centros educativos, sectores comerciales, hoteles, restaurantes y edificios estratégicos con el uso de un GPSMAP 62sc, Garmin.

La segunda etapa se basó en un vuelo fotogramétrico con el uso de un equipo UAV (Vehículo aéreo no tripulado) Ebee Sensefly Serie EB-03-32513, operado por los docentes: el Ing. Eduardo Tusa, M.Sc. y el Ing. Carlos Sánchez, M.Sc, de la Unidad Académica de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica de Machala. Mediante el vuelo se obtuvo la información geográfica base del sitio de estudio, obteniendo como resultado una ortofoto (fotografía aérea corregida geoméricamente), un modelo 3d y un modelo digital de elevaciones del terreno.

Mediante los resultados obtenidos en la etapa de investigación de campo y la aplicación de herramientas de digitalización como Civil 3D y ArcGIS-ESRI, se determinaron características de la zona de estudio, topografía y el uso de suelo. En relación a los mapas del uso de suelo, se realizó una comparación desde 1968 hasta el año 2016,

con los mapas encontrados en el INEC mediante la digitalización de los mapas en el Sistema de Información Geográfico.

Finalmente, se procedió a generar toda la cartografía temática con la aplicación del sistema de información geográfica seleccionado, con su respectiva base de datos dinámica de población, escuelas, centros de salud, información catastral, correspondiendo esto a la base cartográfica del sitio de estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La cartografía temática además de ser una representación gráfica, es una fuente de datos que facilita la comprensión de información de un sitio de estudio. En la presente investigación se obtuvo la evolución del uso de suelo en varios aspectos en los que destacan: La evolución territorial de uso del suelo en su aspecto turístico, se analizó en base a los datos obtenidos de la elaboración cartográfica de los mapas de uso del suelo, el desarrollo territorial del área turística de la zona urbana central se ha visto afectada y reducida a tan solo 1,62 hectáreas que representa el 3,00% de la totalidad del área en estudio, esto ha sido debido al aumento del área comercial. Resultados que se pueden observar a detalle en la tabla 1

Tabla 1. Evolución de uso del suelo turístico

EVOLUCIÓN DE USO DEL SUELO TURÍSTICO		
AÑO	AREA (Ha)	PORCENTAJE
1968	7,73	13,79 %
1974	8,42	15,00 %
1990	3,84	7,01 %
2001	1,76	3,22 %
2016	1,62	3,00 %

Fuente: Elaborado por el autor

Por otra parte, la evolución de uso del suelo en su aspecto comercial ha tenido un aumento considerable en relación a 1968 donde tan solo era 0,52 hectáreas, siendo en la actualidad un total de 2,59 hectáreas que representan el 4,77% de la totalidad del área en estudio. Los resultados obtenidos se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Evolución de uso del suelo comercial

EVOLUCIÓN DE USO DEL SUELO COMERCIAL		
AÑO	AREA (Ha)	PORCENTAJE
1968	0,51	0,92 %
1974	0,21	0,37 %
1990	0,65	1,19 %
2001	1,98	3,63 %
2016	2,59	4,77 %

Fuente: Elaborado por el autor

Para el análisis de la evolución territorial en relación a las áreas verdes primero se debe conocer todo lo que enmarca las áreas verdes o “verde urbano”; siendo todas las áreas o zonas de interés recreativas o histórico-cultural manejadas por los respectivos municipios o entidades públicas pertinentes. La OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda un índice verde urbano de 9 m²/hab (INEC, 2012). Bajo este contexto como se puede observar en la tabla 3, el área de “verde urbano” se mantiene relativamente alta en consideración con años anteriores. Aun así, contando con un área total de 0,92 hectáreas que representan el 1,69% de la totalidad del área en estudio, no se cumple con el índice verde urbano recomendado por la OMS dando como resultado un índice de 1,30 m²/hab.

Tabla 3. Evolución de uso del suelo verde urbano

EVOLUCIÓN DE USO DEL SUELO VERDE URBANO		
AÑO	AREA (Ha)	PORCENTAJE
1968	1,50	2,67 %
1974	0,46	0,81 %
1990	0,33	0,60 %
2001	0,14	0,26 %
2016	0,92	1,69 %

Fuente: Elaborado por el autor

En cambio, la evolución del uso de suelo de carácter habitacional de la zona de estudio en la actualidad está compuesta por 33,91 hectáreas que representan el 62,55% de la totalidad de la zona urbana central, como se detalla en la tabla 4. La cuantificación de área correspondiente al uso habitacional del suelo tiene como finalidad el

cálculo de la densidad población, que es la relación entre el número de personas y el área que ocupan (Bastidas & Medina, 2011). Como resultado se obtuvo que la zona urbana central de la parroquia Puerto Bolívar consta de un área total de 54,21 hectáreas, un área habitacional de 33,91 hectáreas y un total de 7114 habitantes, dando como resultado una densidad poblacional bruta de 131,23 hab/Ha y una densidad poblacional neta de 209,79 hab/Ha.

Tabla 4. Evolución de uso del suelo habitacional

EVOLUCIÓN DE USO DEL SUELO HABITACIONAL		
AÑO	AREA (Ha)	PORCENTAJE
1968	28,93	51,59 %
1974	26,31	46,87 %
1990	24,64	44,99 %
2001	35,46	64,86 %
2016	33,91	62,55 %

Fuente: Elaborado por el autor

En relación a la evolución de la red vial, la zona de estudio cuenta con un total de 25 vías de acceso, dentro de las cuales se pueden diferenciar vías principales, secundarias y callejones. Al igual que con las áreas de carácter habitacional, el área de vías tiene una constante evolución y repercusión territorial en el uso del suelo. En la actualidad la red vial de la zona de estudio está compuesta por 15,17 hectáreas que representan un 27,99% de la totalidad de la zona central como se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Evolución de uso del suelo vial

EVOLUCIÓN DE USO DEL SUELO VIAL		
AÑO	AREA (Ha)	PORCENTAJE
1968	17,41	31,04 %
1974	20,75	36,96 %
1990	25,31	46,21 %
2001	15,33	28,04 %
2016	15,17	27,99 %

Fuente: Elaborado por el autor

Con el análisis evolutivo de cada uso de suelo se conformó un conjunto de mapas que representan cada valor visualizado en las tablas (Figura

1. Mapa de uso del suelo actual) que junto con los mapas resultantes de los procesos en gabinete conforman la cartografía temática de la zona central de Puerto Bolívar.

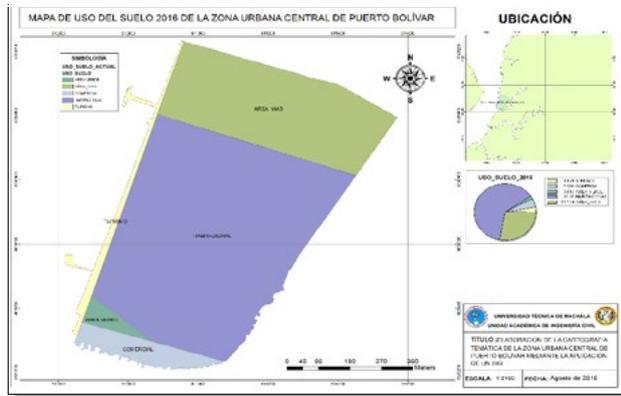


Figura 1. Mapa del uso de suelo actual

Además de los mapas de uso de suelo de diferentes años, se obtuvo un mapa topográfico que representa los valores de elevación del terreno obtenidos del modelo digital de elevación y curvas de nivel, tal como se aprecia en la figura 2.

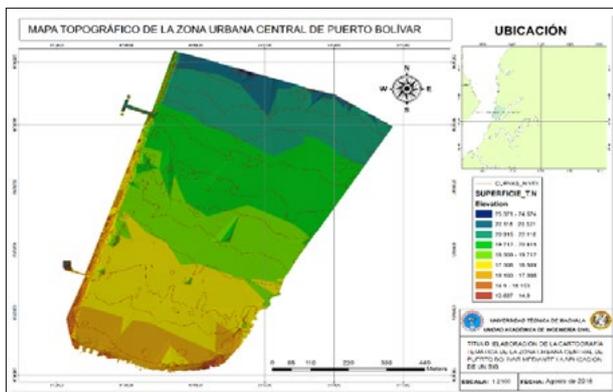


Figura 2. Mapa topográfico

Un mapa catastral que permite visualizar la conformación territorial a nivel de manzanas (Figura 3. Mapa geográfico catastral), clasificando e identificando el uso del suelo existente bajo un código numérico y de colores.

Se obtuvo un mapa vial donde se visualiza la red vial existente de la zona central de la parroquia Puerto Bolívar, un mapa de centros educativos que representa la ubicación espacial de todos

los centros educativos de la zona de estudio y un mapa turístico que muestra la ubicación espacial de los principales espacios de interés turístico de la zona central de la parroquia, tal como se aprecia en la figura 4.



Figura 3. Mapa catastral

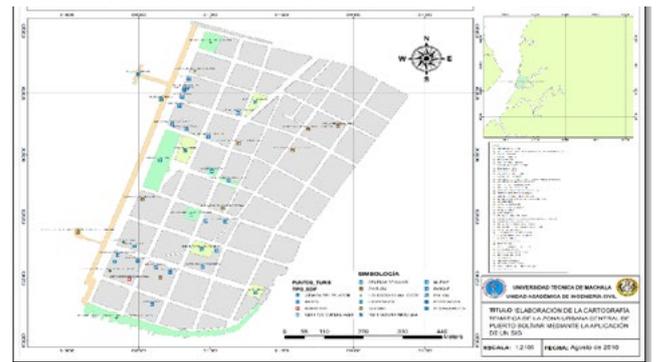


Figura 4. Mapa turístico

Basado en el análisis de los resultados de la evolución territorial de uso del suelo, se puede evidenciar el incumplimiento del índice verde urbano dando como resultado 1,3 m²/hab en relación a los 9 m²/hab recomendado por la OMS.

El mapa geográfico catastral muestra y cuantifica la situación actual de la zona de estudio dando como resultado un 62,55 % de área habitacional, un 27,99 % de área vial, un 4,77 % de área comercial, un 3,00 % de área turística y un 1,69 % de área verde.

La elaboración de la cartografía temática mediante la aplicación de un SIG dio como resultado un total de 6 mapas siendo estos: el mapa topo-

gráfico, el mapa geográfico catastral, el mapa vial, el mapa de centros educativos, el mapa turístico y el mapa de uso del suelo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, A., & Flores, E. (2000). Diagramación de mapas temáticos. *GEOENSZA*, 5(1), 95-122.
- Amaya Bescón Atin, A. M. (2000). Elaboración de Cartografía de zonas inundables. Aplicación al llano de inundación del río Arga (Navarra). *Serie geográfica(UAH)*(9), 219-236.
- Aránguez Ruiz, E., Soto Zabalgoeazcoa, M., Iriaso Calle, A., Collantes, C., & García García, J. F. (2004-2005). Sistemas de información geográfica y salud pública en la comunidad de Madrid. *Serie Geográfica*(12), 137-146.
- Asociación Cartográfica Internacional. (1966).
- Balsa Barreiro, J., & Lois González, R. C. (2010). Particularidades y estado actual de la cartografía turística oficial en Galicia. *Cuadernos de turismo*(26), 25-46.
- Bastidas, D., & Medina, P. (2011). Estimación de la Densidad Poblacional del Ecuador Continental. *análitika, Revista de análisis estadístico*, 1(1), 89-115.
- Buzai, G., & Baxendale, C. (2013). Análisis Socioespacial con sistemas de información geográfica. Marco conceptual basado en la teoría de la geografía. *XIV Conferencia Iberoamericana de sistemas de información geográfica*. Tegucigalpa.
- Camacho Olmedo, M. T. (s.f.). Caracterización de la evolución de los usos del suelo mediante el sistema de información geográfica Arc/Info.
- Castaño, S., Ruiz Gallardo, J. R., Gomez-Alday, J. J., Hoyos, J. F., & Sanchez, J. (2005). Metodología para la elaboración de la cartografía europea de usos del suelo (Corine Land Cover 2000). *Aplicación a la región de Castilla-La Mancha (España)*. 6ª Semana Geomática., 8-11.
- Consejo Supremo de Gobierno. (Agosto de 1978). Ley de cartografía Nacional.
- Fernandez Nuñez, H. M. (2006). SIG-ESAC: Sistema de información geográfica para la gestión de la estadística de salud de Cuba. *Revista cubana de higiene y epidemiología*, 44(3). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-30032006000300003
- Gálvez Hordillo, S., & Romero Pérez, J. (2013). *Elaboración de Cartografía Temática de Usos de Suelo del Valle de Tamarit (Marruecos) A Partir de Imágenes Landsat*. Madrid.
- Gómez, H., & Linares, R. (2006). SIG: un arma para la frontera. *Aldea Mundo*, 11(20), 73-86.
- ICA. (2015). *EL MUNDO DE LOS MAPAS*. Suiza: Grupo de trabajo del AIM.
- INEC. (2012). *Instituto nacional de estadística y censos*. Recuperado el 2016, de http://www.inec.gob.ec/sitio_verde/
- Llorente del Río, A. (2012). Cartografía Delictiva: Heraamienta SIG y mapas online. *Revista Catalana de Geografía*, XVII(46), 1-15.
- Membrado, J. C. (2015). El lenguaje cartográfico en los mapas temáticos. *Estudios geográficos*, LXXVI(278), 177-201. doi: 10.3989/estgeo-gr.201506
- Mora Páez, H., & Jaramillo, C. M. (2004). APROXIMACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN DE CARTOGRAFÍA. *Ventana Informática* (11), 129-146.
- Salinas Chávez, E. (2005). La geografía física y el ordenamiento territorial en Cuba. *Gaceta ecológica*(76), 35-71.
- Vélazquez, A., Mas, J. F., Fernández, T., Mayorga Saucedo, R., Alcántara, P. C., Castro, R., . . . Palacio, J. L. (2002). Patrones y tasas de cambio de uso del suelo en México. *Gaceta ecológica*(62), 21-37.

