

Análisis geoespacial de la forma metropolitana de Santa Cruz, Bolivia

Geospatial analysis of the metropolitan form of Santa Cruz, Bolivia

Ricardo Ruiz Garvia

Universitat Politècnica de València. Arquitecto boliviano con Máster en Arquitectura por la Escuela Nacional Superior de Clermont-Ferrand y estudiante de Doctorado en la Universitat Politècnica de València. Actualmente, es coordinador del área de Urbanismo en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra.

Correo: ricardoruiz@upsa.edu.bo

Fecha de recepción: 07/03/2024

Fecha de aprobación: 20/06/2024

Resumen

La investigación sobre la metrópolis de Santa Cruz ha revelado importantes hallazgos sobre su desarrollo urbano y la gestión del territorio. Ubicada en la región subtropical amazónica de Sudamérica, Santa Cruz ha experimentado un crecimiento significativo, convirtiéndose en el municipio con el PIB más alto y la mayor demografía en Bolivia. Sin embargo, este crecimiento ha sido desordenado y caótico debido a la falta de planificación y gestión adecuadas. A pesar de los diversos esfuerzos realizados para abordar la planificación metropolitana, no se ha logrado avanzar significativamente debido a la falta de coordinación y planificación integral entre los municipios que conforman la metrópoli. En respuesta a esta carencia, el Centro de Investigaciones C.I.U.D.A.D. de la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA) presentó en 2022 un plano detallado de la Gran Santa Cruz, elaborado con datos de código abierto y herramientas de Sistemas de Información Geográfica e Inteligencia Artificial. Además de este plano, se presentaron mapas específicos que abordaron aspectos como la red vial, la densidad poblacional, la huella de edificaciones y la conectividad digital. Estos mapas proporcionaron una visión detallada de la distribución espacial y los patrones de desarrollo en la metrópoli, destacando áreas de alta densidad poblacional, expansión urbana y actividad digital. Los resultados de la investigación ofrecen una base sólida para abordar los desafíos metropolitanos y promover un desarrollo sostenible en la región. Es fundamental implementar estrategias planificadas y acciones coordinadas a nivel local y regional, integrando consideraciones geográficas, urbanísticas y ambientales. Los planos geoespaciales desarrollados en esta investigación se presentan como herramientas fundamentales para la toma de decisiones informadas y la planificación estratégica en el ámbito urbano, contribuyendo al bienestar y desarrollo de la Gran Santa Cruz.

Palabras clave: Análisis geoespacial, morfología urbana, metrópoli, Santa Cruz, Bolivia



Abstract

The research on the metropolitan area of Santa Cruz has revealed significant findings regarding its urban development and land management. Situated in the subtropical Amazon region of South America, Santa Cruz has experienced substantial growth, becoming the municipality with the highest GDP and largest population in Bolivia. However, this growth has been disorderly and chaotic due to inadequate planning and management. Despite various efforts to address metropolitan planning, noteworthy progress has not been achieved due to a lack of coordination among the municipalities. In response, Research Center C.I.U.D.A.D. presented a detailed map of Gran Santa Cruz in 2022, created using open data and Geographic Information Systems and Artificial Intelligence tools. Specific maps addressing aspects such as road networks, population density, building footprint, and digital connectivity. These maps provided a detailed view of spatial distribution and development patterns, highlighting areas of high population density, urban expansion, and digital activity. The research results provide a solid foundation for addressing metropolitan challenges and promoting sustainable development in the region. It is essential to implement planned strategies and coordinated actions at the local and regional levels, integrating geographic, urban, and environmental considerations. The geospatial maps developed in this research serve as fundamental tools for informed decision-making and strategic planning in urban areas, contributing to the well-being and development of Gran Santa Cruz.

Key words: *Geospatial analysis, urban morphology, metrópolis, Santa Cruz, Bolivia*

Introducción

El área metropolitana de Santa Cruz, situada en la región subtropical amazónica de Sudamérica, tiene como ciudad impulsora a Santa Cruz de la Sierra (Caniggia y Maffei, 1995), la cual ha liderado el país en Producto Interno Bruto (PIB) y demografía desde principios del siglo XXI. Sin embargo, su crecimiento desordenado ha resultado en una expansión urbana caótica y descontrolada debido a la falta de planificación y coordinación entre los municipios que la integran, desafiando así su futuro desarrollo (Prado, 2019).

Un antecedente importante en la visión metropolitana de este territorio fue la formulación del MOT (Modelo de Ordenamiento Territorial) desarrollado entre 1976 y 1978 (Limpías, 2016). Este modelo planteaba que a partir de un enfoque geográfico y espacial se lograba otorgar un mayor orden ecológico, de ocupación y productivo en el núcleo de la subregión integrada que comprendía a Santa Cruz de la Sierra y las distintas poblaciones subyacentes sobre el territorio. Desafortunadamente, debido a la falta de un andamiaje institucional para esta nueva escala de planificación, esta iniciativa no logró avanzar en su desarrollo (Prado, 1993).

Una segunda aproximación a la planificación metropolitana se dio con relación a la Ley Marco de Autonomías y Descentralización de 2010, cuando el Gobierno Autónomo Departamental de Santa Cruz promulgó en 2015 la Ley Departamental que estableció las bases de la Región Metropolitana de Santa Cruz. Esta Ley establece que la Región Metropolitana está conformada por los municipios de Santa Cruz de la Sierra, Cotoca, Porongo, El Torno, La Guardia, Warnes y Okinawa, abriendo la posibilidad futura de integrar a otros municipios.

Posteriormente, en el marco de la Ley de Gobiernos Autónomos Municipales de 2014, se promulgó la Ley Municipal Metropolitana Gran Santa Cruz, en 2019, con el propósito de gestionar e impulsar la activación del área metropolitana, formulando que su gestión e integración se lleve adelante a través de convenios intergubernativos entre los municipios conurbados. En esta

ocasión se incluyeron los municipios de Colpa Bélgica y Montero.

Al margen de estos esfuerzos previos, aún no se ha logrado avanzar en la planificación y la gestión integrada metropolitana. En respuesta a esta carencia, el Centro de Investigaciones C.I.U.D.A.D., de la Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra (UPSA) presentó en 2022, un plano elaborado a partir de datos de código abierto y la aplicación de herramientas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) e Inteligencia Artificial (IA). Este plano proporcionó información determinante sobre la escala metropolitana y permitió, posteriormente, la obtención de mayores datos con relación al estado actual del territorio, la ocupación y los patrones de desarrollo existentes (Kropf, 2017).

De manera consecutiva, se logró obtener y procesar grandes datos en código abierto, que permitieron reconocer de manera gráfica las vías que articulan el área metropolitana, las densidades poblacionales, la huella edificada sobre el territorio y también conocer la forma en que la población se conecta a la red social Facebook. Se considera que esta información puede ser de gran utilidad para afrontar los retos en materia de planificación metropolitana que hasta ahora no han sido suficientes en la Gran Santa Cruz.

En ese sentido, el objetivo general al abordar esta investigación fue obtener la mayor cantidad y calidad de información sobre la Gran Santa Cruz. Para ello se llevó a cabo el estudio de más de 200 artículos científicos elaborados entre 2018 y 2022, para determinar aquellos enfoques que mejor se ajustaban a las necesidades del presente trabajo. En primer lugar, determinar las herramientas de última generación para el estudio del entorno urbano geoespacial. En segundo lugar, categorizar la información de manera óptima para obtener una aproximación multiescalar. Y, finalmente, definir un fundamento teórico que permita un análisis coherente y ajustado a nuestro contexto.

Método

La metodología aplicada en esta investigación es de carácter exploratorio y se basa en procesos de *deep learning* mediante la integración de tecnologías SIG e IA para el estudio del entorno urbano. Inicialmente, se digitalizó el Plano Gran Santa Cruz utilizando la herramienta informática AutoCAD, vinculada a una rutina de programación LISP en la aplicación de IA IRT. Esto facilitó la gestión de grandes volúmenes de información geoespacial disponible en código abierto. La representación gráfica posterior del plano se realizó mediante el software libre QGIS, utilizando información SIG de código abierto de colaboradores de OpenStreetMap (2022).

Con un mayor dominio en el manejo del programa QGIS, se extrajeron datos adicionales a través del servidor de código abierto Geofabrik (2023). Este enfoque permitió obtener con mayor detalle información relevante sobre las vías que articulan la metrópoli y, a su vez, conocer con mayor precisión la forma urbana característica de cada uno de los municipios que la componen.

Para el desarrollo del plano de huella de edificación, se obtuvieron datos a partir de información en código abierto proporcionada por Sirko et al. (2023). Los datos concernientes a los planos de conectividad se obtuvieron a través de la plataforma The Humanitarian Data Exchange (2023), utilizando información de Data for Good at Meta, que otorga información relevante acerca de las conexiones a la red social Facebook.

Resultados

Plano Gran Santa Cruz

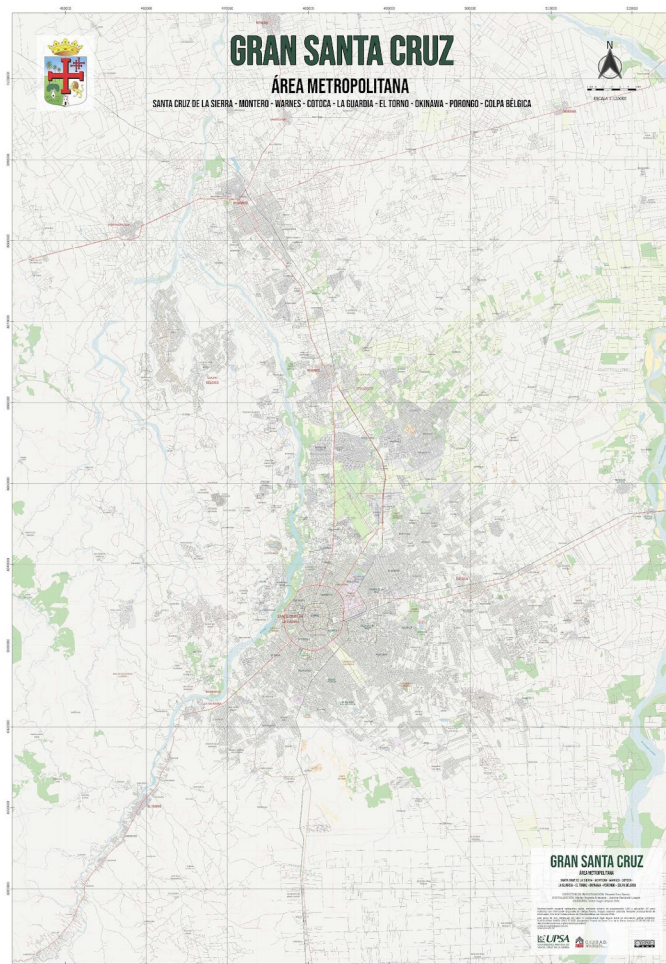
Aunque la revolución digital facilitó el acceso a imágenes satelitales de manera democrática, comprender claramente la influencia del desarrollo urbano en el territorio requiere un esfuerzo adicional (Stojanovski, 2022). Este factor se conformó como el primer impulso para el desarrollo de un plano metropolitano detallado. Este plano representa un primer paso en la investigación, y a su vez, se establece como la base a la que se incorporan progresivamente los nuevos datos obtenidos durante el estudio (Ruiz et al., 2023).

El plano se presentó a la comunidad en octubre de 2022, en el Centro de Convenciones de la UPSA. Con el objetivo de hacer esta información ampliamente accesible, se distribuyeron más de 2000 planos impresos, mientras que una versión digital de alta calidad se puso a disposición en la página web: www.ciudadupsa.org

Durante el desarrollo de la investigación, emergieron aspectos determinantes relacionados con la escala de la metrópoli cruceña, así como el factor de densidad y ocupación del territorio, enfatizando la relevancia y el impacto del plano como herramienta para la planificación y gestión efectiva del área metropolitana (Oliveira, 2016).

Para comprender la magnitud del territorio en cuestión, se realizó un ejercicio comparativo. En la actualidad, la Gran Santa Cruz abarca unas 137.476 hectáreas con una población estimada de 2.800.000 habitantes (Instituto Nacional de Estadística, 2012). En contraste, el área metropolitana del Valle de Aburrá (Medellín) se extiende sobre 34.475 hectáreas con una población de 3.931.447 habitantes (Bateman y Restrepo, 2021), destacando así el alto grado de dispersión y baja ocupación de la Gran Santa Cruz (Figura 1).

Figura 1
Plano Gran Santa Cruz, Área Metropolitana



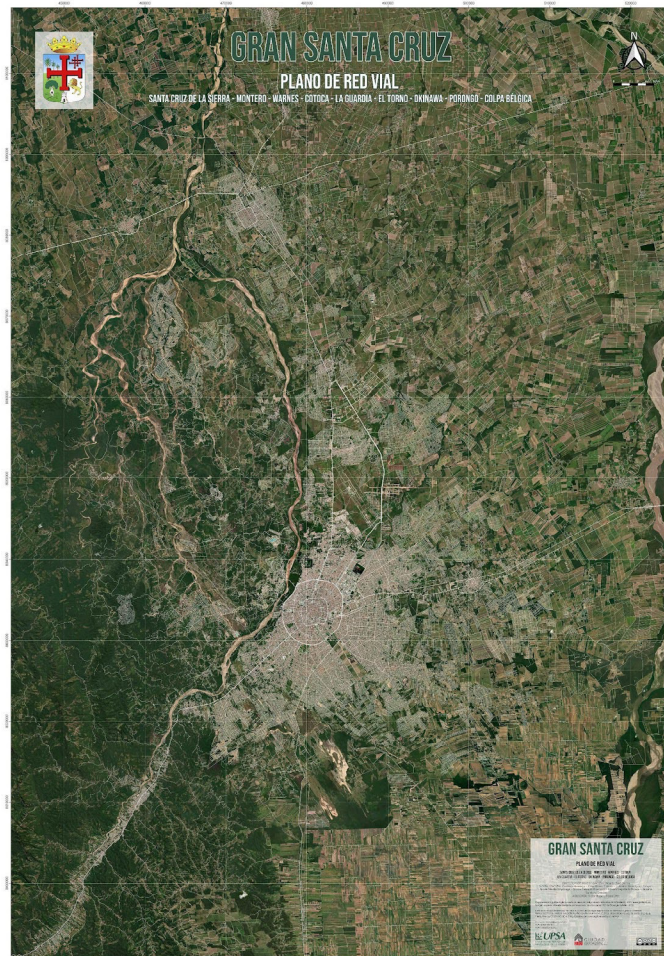
Nota: Imagen elaborada por el Centro de Investigaciones C.I.U.D.A.D (2023) con base en datos de Colaboradores de OpenStreetMap (2022) y Geofabrik (2023).

Plano de red vial

Si bien el Plano Gran Santa Cruz ya presentó el trazado de vías existentes sobre el territorio, la elaboración del plano de red vial significó un gran avance en la investigación en cuanto al uso y gestión de grandes datos en QGIS. En esta ocasión se trabajó con los datos proporcionados por Geofabrik, que es un servidor que cuenta con extractos de datos del proyecto OpenStreetMap que se actualizan periódicamente.

Este proceso permitió obtener todo el trazado de vías existente, y a su vez, contrastar sus datos gráficos con una imagen satelital del servidor Microsoft Bing Maps (2023). Esta combinación de elementos proporcionó información relevante acerca de los procesos de expansión (Dovey, 2016), las distancias y superficies consolidadas, la articulación entre municipios y la mutación rural-urbana del territorio, brindando una visión integral y detallada de la evolución metropolitana (Figura 2).

Figura 2
Plano de Red Vial



Nota: Imagen elaborada por el Centro de Investigaciones C.I.U.D.A.D (2023). Imagen de fondo Bing Satellite (2023) trazado de vías con base en datos de Colaboradores de OpenStreetMap (2023) y Geofabrik (2023).

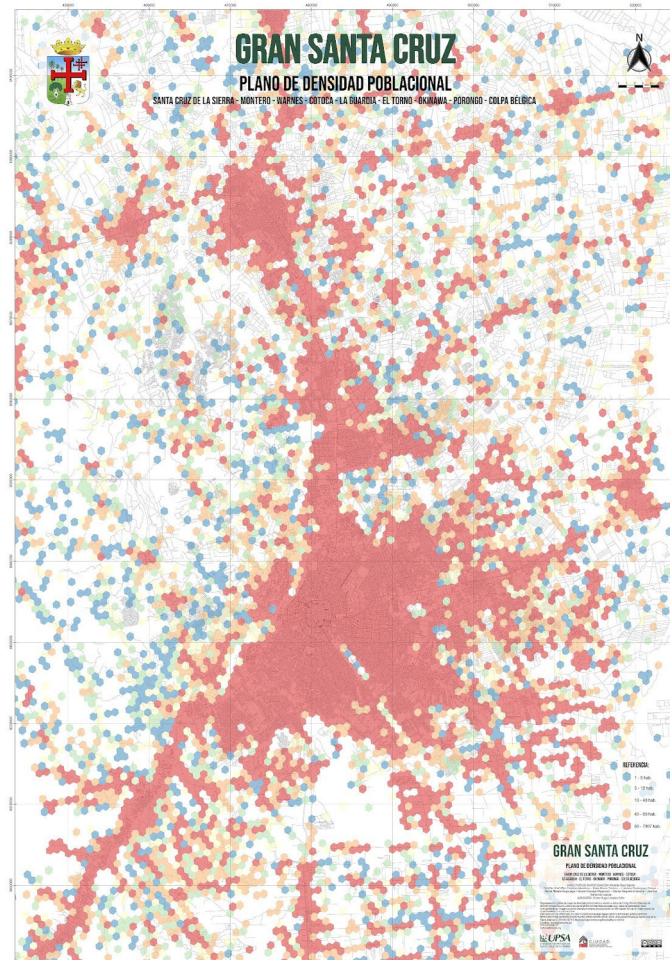
Plano de densidad poblacional

En una etapa posterior de la investigación, se accedió a la información proporcionada por el grupo Kontur, con sede en Polonia, que emplea una combinación de procesamiento de datos y tecnologías de mapeo innovadoras para brindar perspectivas visuales basadas en la ubicación. Kontur sostiene que, en el ámbito del desarrollo, contar con datos de población confiables, es esencial para priorizar actividades que mejoren la calidad de vida. Este grupo alimenta sus bases de datos con información oficial proporcionada por organismos gubernamentales y agencias intergubernamentales.

Ante la falta de datos actualizados a nivel nacional, Kontur ofrece una alternativa fiable que permite la descarga de sus datos de manera abierta a través de la plataforma The Humanitarian Data Exchange (2023). De esta manera, los datos incorporados al plano base de la Gran Santa Cruz corresponden al conjunto de datos de población de Kontur y se representan mediante hexágonos H3 con recuentos de población a una resolución de 400 metros.

Este plano visualiza de manera clara las zonas con mayor densidad en el territorio metropolitano; información hasta ahora inédita en la región. El valor de esta información radica precisamente en la escasez de datos a escala metropolitana (Prado, 2019), lo que muestra el grado de conurbación entre los municipios que conforman la Gran Santa Cruz. Asimismo, se evidencia claramente el alto grado de dispersión sobre el territorio (Figura 3).

Figura 3
Plano de Densidad Poblacional



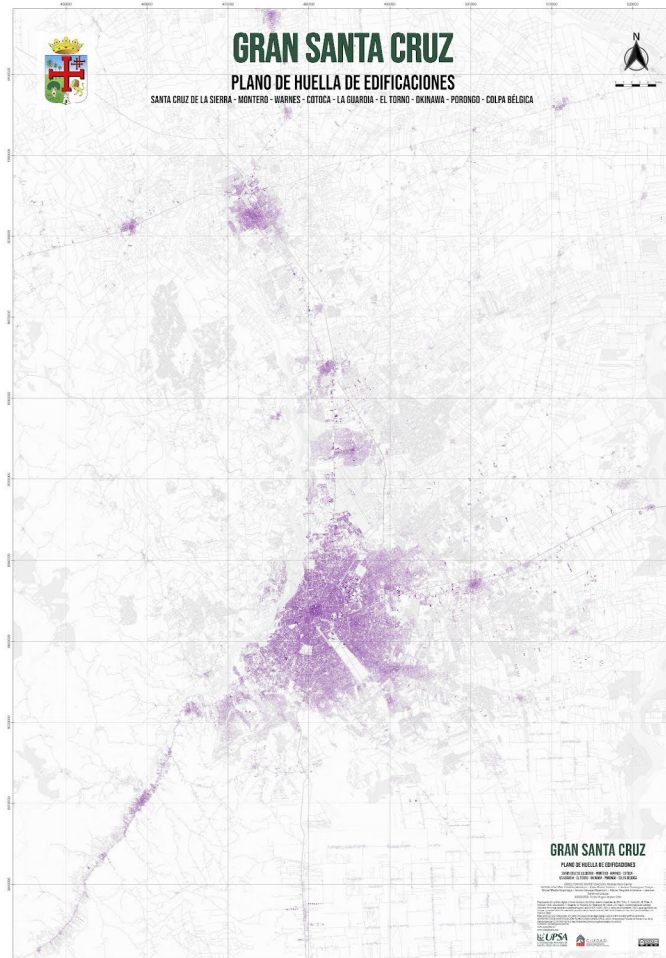
Nota: Imagen elaborada por el Centro de Investigaciones C.I.U.D.A.D (2023) con base en datos de Colaboradores de OpenStreetMap (2023) y The Humanitarian Data Exchange (2023).

Plano de huella de edificaciones

Este gráfico se obtuvo a través de un proceso desarrollado por Sirko et al. (2023), para la detección de edificaciones a escala continental a partir de imágenes satelitales de alta resolución, como parte de Google Research. Gracias a los datos proporcionados es posible identificar las ubicaciones y huellas de edificaciones, lo cual es decisivo para una variedad de propósitos prácticos y científicos. Sirko et al. (2023) señalan que esta información puede ser especialmente útil en regiones en desarrollo donde las fuentes de datos alternativas pueden ser limitadas.

En la disciplina de morfología urbana, esta información resulta determinante para discernir el desequilibrio entre la extensión urbanizada en el área metropolitana y la ocupación efectiva del territorio (Kropf, 2017). A partir de estos datos, se puede llevar a cabo un análisis exhaustivo que facilite la identificación estratégica de la infraestructura necesaria para mejorar las comunicaciones, el uso de suelo, densidades, la proximidad de áreas verdes y otros servicios esenciales, tanto en zonas consolidadas como también en las zonas periurbanas metropolitanas (Figura 4).

Figura 4
Plano de Densidad Poblacional



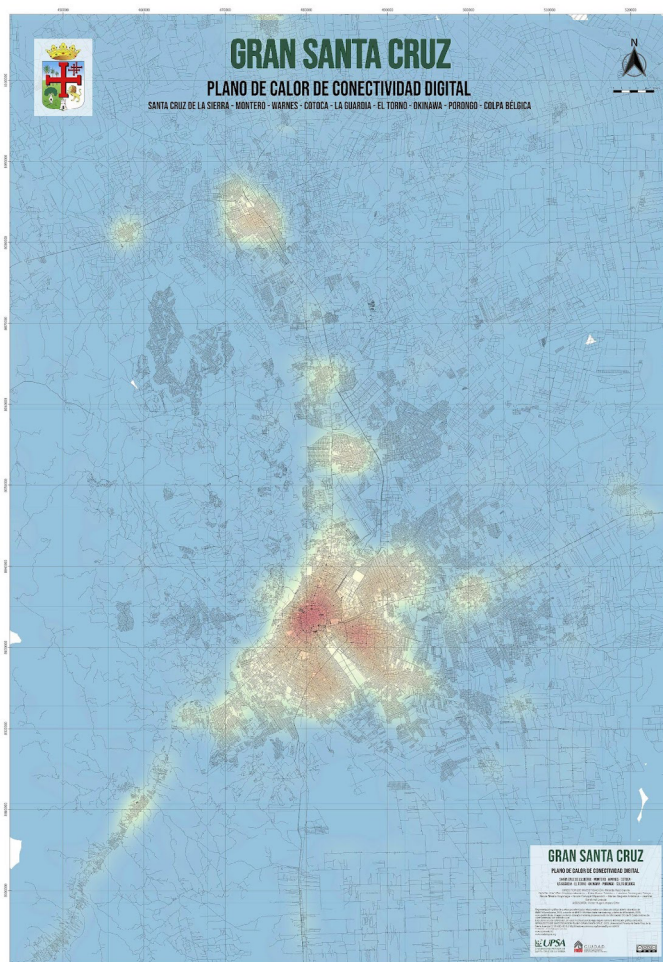
Nota: Imagen elaborada por el Centro de Investigaciones C.I.U.D.A.D (2023) con base en datos de Colaboradores de OpenStreetMap (2023) y Sirko et al. (2023).

Plano de calor de conectividad digital y plano de puntos de conectividad digital

Ambos mapas contienen información generada por Data for Good (2023), un programa de Meta en colaboración con más de 100 organizaciones sin fines de lucro e institutos de investigación. Este programa recopila datos personales de los usuarios de manera transparente y en un formato de código abierto con el propósito de ser utilizados de manera responsable, salvaguardando la privacidad de los individuos. Data for Good (2023) comparte la mayoría de sus herramientas de forma pública y en un formato de código abierto. Esta iniciativa reduce las barreras, eliminando obstáculos burocráticos para la colaboración.

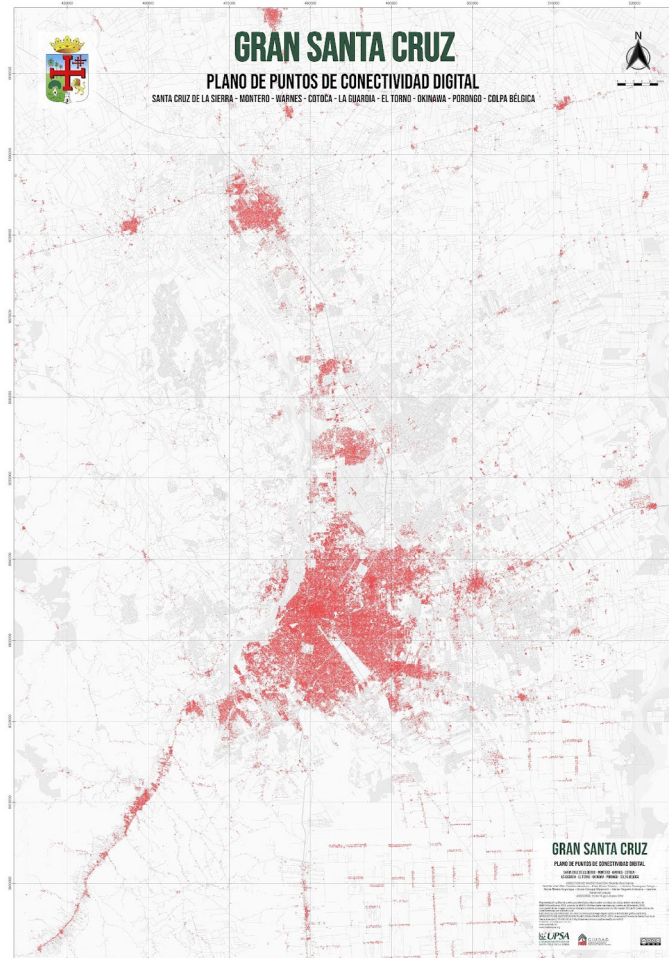
En este caso, la información disponible a través de The Humanitarian Data Exchange (2023) se asienta sobre el plano de la Gran Santa Cruz con dos representaciones distintas. En el primer caso, se desarrolló un mapa de calor que muestra las centralidades con mayor actividad digital en el territorio metropolitano. En color rojo, se puede evidenciar el centro de la ciudad que mantiene una alta conectividad, pero también se puede notar que los barrios: Pampa de la Isla, Villa 1° de Mayo y Plan 3000 emergen como nuevas centralidades. Por otra parte, también se puede identificar la intensidad de conexiones en los centros urbanos de Cotoca, Montero y La Guardia, entre otros (Figura 5).

Figura 5
Plano de Calor de Conectividad Digital



Nota: Imagen elaborada por el Centro de Investigaciones C.I.U.D.A.D (2023) con base en datos de Colaboradores de OpenStreetMap (2023) y Data for Good (2023) de Meta.

Figura 6
Plano de Puntos de Conectividad Digital



Nota: Imagen elaborada por el Centro de Investigaciones C.I.U.D.A.D (2023) con base en datos de Colaboradores de OpenStreetMap (2023) y Data for Good (2023) de Meta

En contraste, el plano de Puntos de Conectividad Digital presenta la misma información, pero con una representación gráfica diferente. En este caso, se puede apreciar con claridad el grado de ocupación en el área metropolitana, así como también, los asentamientos rurales. De igual forma, este mapa muestra la morfogénesis de varias poblaciones emergentes en el territorio, lo cual brinda la oportunidad de monitorear de manera continua su evolución y crecimiento a través de esta herramienta de trabajo (Inter-American Development Bank, 2015).

Discusión

Los resultados derivados de la elaboración de los diversos planos ofrecen una visión detallada del estado actual y los patrones de desarrollo metropolitano en Santa Cruz. Cada plano proporciona información valiosa que contribuye a comprender varios aspectos del crecimiento, la distribución de la población y la ocupación en esta área metropolitana (Oliveira, 2016).

En cuanto al Plano Gran Santa Cruz, su elaboración representa un hito fundamental en la investigación, al proporcionar una visión integral del territorio y sentar las bases para la incorporación progresiva de nuevos datos. La presentación pública del plano en 2022 evidenció el com-

promiso de la UPSA con la transparencia y el acceso a la información, distribuyendo más de 2000 copias impresas y ofreciendo una versión digital de alta calidad en línea. Este plano destaca aspectos relevantes como la escala de la metrópoli, la densidad y ocupación del territorio, subrayando su importancia como herramienta para la planificación y gestión efectiva del área metropolitana.

La elaboración del Plano de Vías representa un avance significativo en el manejo de grandes datos geoespaciales. La combinación de datos de OpenStreetMap y la imagen satelital de Microsoft Bing Maps proporcionó una comprensión detallada de los procesos de expansión urbana, articulación entre municipios y transformación rural-urbana del territorio. Este mapa ofrece una visión integral de la evolución metropolitana, identificando patrones de conectividad, configuración espacial e identificación de áreas de desarrollo prioritarias para la planificación metropolitana.

El Plano de Densidad Poblacional, con información de código abierto de Kontur, llena un vacío significativo en la disponibilidad de datos demográficos actualizados en la región. La representación visual de la densidad poblacional mediante hexágonos H3 proporciona una comprensión clara de las áreas con mayor concentración de población, revelando el grado de conurbación entre los municipios de la Gran Santa Cruz. Este plano identifica zonas de alta demanda de servicios y recursos, y puede orientar mejor la toma de decisiones en materia de desarrollo urbano (Zumelzu y Espinoza, 2019).

El uso de tecnologías asociadas a la información de código abierto proporcionada por Google Research permitió obtener información detallada sobre la distribución espacial de las construcciones en el territorio. Este mapa es fundamental para comprender el equilibrio entre la extensión urbanizada y la ocupación efectiva del territorio, destacando la importancia del acceso democrático a datos de vanguardia para el estudio de la forma urbana (Stojanovski, 2022).

Los planos desarrollados con información disponible de Data for Good permitieron comprender la distribución de la actividad digital y su impacto en el desarrollo urbano. La información proporcionada por estos datos puede utilizarse para identificar áreas con mayor potencial de desarrollo económico, mejorar la accesibilidad a servicios digitales y fortalecer la resiliencia urbana frente a posibles eventos disruptivos (Felicetti et al., 2016).

En ese sentido, el método de trabajo desarrollado en el Centro de Investigaciones C.I.U.D.A.D. permitirá seguir almacenando información y construir más conocimientos acerca de la forma metropolitana del área de la Gran Santa Cruz de manera multiescalar. Esta metodología integrada proporciona una base sólida para abordar los desafíos urbanos en constante evolución y promover un desarrollo urbano sostenible en la región (Maretto et al., 2017).

Conclusiones

Los resultados obtenidos en esta investigación revelan que el estudio urbano geoespacial realizado a través del sistema SIG QGIS ha sido efectivo. No solo facilitó la gestión de grandes volúmenes de información de código abierto, sino que también se desarrolló de manera multiescalar y en coherencia con los fundamentos teóricos de la morfología urbana. El logro de estos objetivos específicos demuestra el éxito en la consecución del objetivo general de la investigación que se enfocó en obtener la mayor cantidad y calidad de información sobre la Gran Santa Cruz.

En ese sentido, se determinó que QGIS era la herramienta idónea para cumplir con el objetivo de este trabajo. Para lograr una aproximación multiescalar, se recurrió a la obtención de

grandes datos en código abierto, los cuales fueron procesados utilizando QGIS y *plugins* de IA, permitiendo así obtener resultados precisos y detallados. Finalmente, para respaldar el análisis, se participó en varias oportunidades en el *International Seminar of Urban Form*, un espacio global, donde los principales investigadores de la disciplina del estudio de morfología urbana se reúnen y comparten sus experiencias, proporcionando un sólido sustento teórico para este estudio.

El método de trabajo desarrollado ha sentado una base robusta para profundizar en el conocimiento de la forma metropolitana a distintas escalas. Esta metodología integrada, respaldada por tecnologías avanzadas y el uso de datos de código abierto, ha permitido almacenar información de manera eficiente y generar nuevos conocimientos sobre la dinámica urbana del territorio.

Los hallazgos obtenidos proporcionan una visión detallada y actualizada del área metropolitana de Santa Cruz, destacando patrones de crecimiento, distribución espacial y desafíos específicos surgidos en las últimas dos décadas. Entre ellos, se evidencia la acelerada transformación del suelo rural a urbano, lo que ha dado lugar a una expansión urbana descontrolada y la formación de grandes espacios urbanizados sin ocupación.

Ante estos desafíos, la recomendación de implementar estrategias planificadas y acciones coordinadas a nivel local y regional es inexorable. Estas estrategias deben integrar consideraciones geográficas, urbanísticas, ambientales y sociales. En este contexto, los planos desarrollados en esta investigación se erigen como herramientas fundamentales para la toma de decisiones informadas y la planificación estratégica en el ámbito urbano y así contribuir al desarrollo sostenible y al bienestar de la Gran Santa Cruz.

Referencias

- Bateman, A. y Restrepo, V. (2021). *Documento del estado de la prosperidad del área metropolitana del Valle de Aburrá*. https://unhabitat.org/sites/default/files/2021/08/medellin_colombia_reporte_amva.pdf
- Caniggia, G. y Maffei, G. L. (1995). *Tipología de la edificación, estructura del espacio antrópico*. Celeste Ediciones. ISBN: 84-8211-000-4.
- C.I.U.D.A.D. (2023). <http://www.ciudadupsa.org>
- Data for Good. (2023). <https://dataforgood.facebook.com/>
- Dovey, K. (2016). *Urban design thinking*. Bloomsbury Publishing Plc.
- Feliciotti, A., Romice, O. y Porta, S. (2016). Design for change: five proxies for resilience in the urban form. *Open House International*, 41(4), 23-30. <https://doi.org/10.1108/ohi-04-2016-b0004>
- Geofabrik. (2023). <https://download.geofabrik.de/>
- Inter-American Development Bank. (2015). Geographical and Urban Development of Latin America and the Caribbean en Hendlar, M. y González-Barrera, R. (Eds.), *Geography of Latin America and the Caribbean: A Scholarly Guide and Bibliography*. Springer.

- Instituto Nacional de Estadística. (2012). Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda. <https://fichacomunidad.ine.gob.bo/>
- Kropf, K. (2017). *The handbook of urban morphology*. Wiley. ISBN 978-1-118-74769-8
- Limpías, V. H. (2016). *Arquitectura contemporánea cruceña 1956-2016*. Colegio de Arquitectos de Santa Cruz de la Sierra.
- Maretto, M., Gherri, B., Pitanti, G., y Scattino, F. (2017). Urban morphology and sustainability: Towards a shared design methodology. ISUF International Conference 27th City and territory in the Globalization Age. <https://www.researchgate.net/publication/326150553>
- Microsoft Bing Maps (2023). <https://www.bing.com/maps>
- Oliveira, V. (2016). *Urban morphology, an introduction to the study of the physical form of cities*. Springer. ISBN 978-3-319-32081-6
- OpenStreetMap (2022). <https://www.openstreetmap.org/>
- Prado, F. (1993). *Santa Cruz: Diagnóstico Urbano*. Editora el país.
- Prado, F. (2019). *Renta del suelo, acumulación y segregación espacial, desigualdades en la Región Metropolitana Cruceña*. CEDLA. ISBN: 978-99974-310-7-3
- Ruiz, R., Negrete, M., Mendoza, C., Flores, E., Sandoval, J., y Limpías, V. H. (2023). Plano Metropolitano Gran Santa Cruz. Una base para un análisis sostenido de grandes datos en Código Abierto. ISUFH International Conference VII Forma urbana para un buen vivir. <https://doi.org/10.7764/FADEU.LA.2023.02>
- Sirko, W., Kashubin, S., Ritter, M., Annkah, A., Bouchareb, Y. S. E., Dauphin, Y., Keyzers, D., Neumann, M., Cisse, M., y Quinn, J. A. (2023). *Continental-scale building detection from high resolution satellite imagery*. <https://sites.research.google/open-buildings/?lat=6.49073243944365&lng=3.3867427492778024&zoom=19>
- Stojanovski, T. (2022). Urban morphology and artificial intelligence. *Urban Morphology*. <https://www.researchgate.net/publication/360354837>
- The Humanitarian Data Exchange. (2023). *Facebook Social Connectedness Index*. <https://data.humdata.org/dataset/social-connectedness-index>
- Zumelzu, C. y Espinoza, D. (2019). Elaboración de una metodología para evaluar sostenibilidad en barrios de ciudades intermedias de Chile. *Revista 180*, 44, 80-94. [http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-44.\(2019\).art-474](http://dx.doi.org/10.32995/rev180.Num-44.(2019).art-474)