

SIG-nificados para un modelo de ordenamiento territorial. Aplicación en un caso local de Colombia¹

Meanings for a model of territorial order. Application in a local case of Colombia

*Adriana Posada Arrubla², Laura Alejandra Cano Espinel³, Paula Julieth Osorio Quimbayo⁴,
Alva Pilar Pardo Cortés⁵ y Lizeth Paola Sánchez Corredor⁶*

Para citar este artículo: Posada-Arrubla, A., Cano-Espinel, L.A., Osorio-Quimbayo, P.J., Pardo-Cortés, A.P. y Sánchez-Corredor, L.P. (2018). SIG-nificados para un modelo de ordenamiento territorial. Aplicación en un caso local de Colombia. *UD y la Geomática*, 13, 28-39

Fecha de Recepción: 12 de octubre de 2018

Fecha de Aprobación: 10 de diciembre de 2018

RESUMEN

El signo al que se refiere este artículo está centrado en los sistemas de información geográfica (SIG), pues, entre diversas opciones simbólicas sobre un territorio, estos permiten representar de mejor manera la modelación de su ordenamiento. El objetivo es mostrar el paso a paso del diseño de un modelo prospectivo de ordenamiento territorial, aplicado en el municipio de Samacá (Boyacá, Colombia). Se expresa el modelo con diferentes significados: analógico, espacio/temporal, cuantitativo, financiero y cartográfico; destacando el significado del diseño, a través de los SIG, como herramienta central. Se logró trascender de la visión local a la supramunicipal, en un horizonte de largo plazo en el cual se plantean objetivos multicriterio. Se demuestra la posibilidad de innovar para atraer la atención sobre el desarrollo local y subregional sostenible.

Palabras clave: diseño ingenieril, prospectiva territorial, sistemas de información geográfica.

ABSTRACT

The sign of this article is focused on the geographic information systems, because between various symbolic options over a territory, GIS allow to represent better the modeling of its ordering. The aim is to show the step by step the design of a prospective model of land use planning, applied from the municipality of Samacá (Boyacá, Colombia). The model is expressed with different meanings: analogical, temporal/space, quantitative, financial and the design by means of GIS. cartographic; highlighting the meaning of It managed to transcend to the supra-municipal local vision, in a long-term horizon and considering objectives multi-criteria. Demonstrates the ability to innovate to attract the attention of the local and subregional sustainable development.

Keywords: engineering design, prospective territorial, geographic information systems.

- 1 Este artículo es producto del trabajo combinado entre la investigación "Coherencia de la gestión territorial en Colombia" y las aplicaciones académicas de Ingenieros Geógrafos y Ambientales sobre Ordenamiento Territorial, realizados en la Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (UDCA), Bogotá-Colombia.
- 2 Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: aposada@udca.edu.co
- 3 Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: lauraleja77@gmail.com
- 4 Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: posorioquimbayo@gmail.com
- 5 Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: pilarpardocortes19@gmail.com
- 6 Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá, Colombia. Correo electrónico: lizpaosancorre1707@hotmail.com

Introducción

La complejidad territorial implica una gama de opciones para interpretar los territorios (*inputs*) pero, así mismo, requiere un esfuerzo para dar a entender la necesidad de diseñar modelos de futuro para un desarrollo sostenible (*outputs*). En este sentido, son más los ejercicios que se encuentran sobre diagnóstico territorial que los existentes sobre prospectiva territorial o modelación territorial. Sin embargo, en la actualidad, con la existencia de los sistemas de información geográfica (SIG), es más factible diseñar modelos de ordenamiento territorial.

Asunto confirmado por Posada (2017) al referirse a la complejidad sobre los problemas territoriales que son tantos y tan variados que, a veces, las herramientas para tratarlos y manejarlos se quedan cortas. Aun así, en la evolución de las técnicas para el diseño territorial los SIG juegan un papel muy importante al permitir crear modelos en medio de la complejidad multiespacial, multitemporal y multiobjetivo.

Por ende, el ordenamiento territorial como proceso de apropiación de la comunidad frente a su territorio, en lo relativo a escenarios colectivos deseados a futuro, generan la posibilidad de orientar y priorizar asuntos que propendan a un bien común y que relacionen las dinámicas locales, regionales y nacionales. Además de los aspectos de carácter ambiental, social, económico, político y cultural que garanticen una gestión integral del territorio, teniendo en cuenta el papel que cumple tanto el sector público como el privado, que para Latinoamérica según Massiris (2005, citado por Cepal, 2015), varía de acuerdo al nivel de escala de aplicabilidad. De esta forma, se configura como fundamental su papel como dinamizador territorial bajo esquemas conciliables con actividades como la agrícola y minera, consideradas como potencialidades económicas en la mayoría de países en desarrollo (FAO, 2005). Para el caso colombiano, esto se comprueba con el Censo Nacional Agropecuario, el cual apuntó la preferencia de las áreas rurales dispersas del país hacia el ejercicio de la actividad agropecuaria, lo que equivale al 36.6% del total, mientras que el 2.2% se dedica a la actividad no agropecuaria (Dane, 2014). Por ello, se llama la atención sobre este tema en el presente artículo.

Dichas potencialidades cuentan con grandes ofertas productivas en nuestro país gracias a diversos factores relacionados con características climáticas, composición de suelos, geomorfología, riqueza hídrica, diversidad de fauna y flora, entre otros. De modo tal que existen importantes extensiones de terreno aptas para ello que, ejecutadas bajo técnicas de producción armónicas con el aspecto ambiental, económico y social, brindan un desarrollo para la gran mayoría de los municipios colombianos y particularmente para los correspondientes al departamento de Boyacá (Departamento de Boyacá, 2016). Inclusive si este se enfrenta a una serie de retos, dentro de los cuales se destacan: la disminución

de producción por falta de garantes en temas tales como el transporte y comercialización de los productos, altos costos de insumos, medidas preventivas ante eventos climáticos bruscos y la falta de planificación territorial.

El caso particular del municipio de Samacá (Boyacá, Colombia), se destaca la divergencia de dinámicas en cuanto al sector minero (carbón) y agrícola; pues mientras el primero ha atravesado alzas constantes, el segundo ha sido testigo de caídas. En consecuencia, estos datos reflejan la necesidad de optimizar estructuras de forma y de fondo que promuevan mejores resultados bajo esquemas supramunicipales, con los que ambas potencialidades se desarrollen de manera sistémica, sostenible e incluyente.

A continuación, se muestra el paso a paso del diseño de un modelo prospectivo de ordenamiento territorial, aplicado en el municipio de Samacá (Boyacá, Colombia). Lo anterior, teniendo en cuenta que cualquier territorio funciona como un sistema complejo, ya que es una relación de partes con procesos tanto endógenos como exógenos, que en conjunto generan dinámicas organizadas y armónicas mediadas por las relaciones espacio/temporales, que son a su vez un tejido complejo de la construcción del sistema total, lo que exige la inclusión de diferentes significados: analógico, espacio/temporal, cuantitativo, financiero y cartográfico.

Para el ordenamiento territorial es necesario tener en cuenta que un modelo corresponde a un diseño realizado por un observador que establece y modera las relaciones sistémicas complejas (Arnold y Osorio, 1998). Adicional a esto, la aplicación de los SIG ofrece una nueva variedad de métodos y herramientas que, en concordancia con los acelerados procesos de desarrollo territorial, han fortalecido la cultura de la planeación en la reducción de sus tiempos de análisis, la adquisición de datos y en la toma de decisiones, tal como expone Castellanos (2010).

Es por ello que el objetivo de este artículo es presentar los diferentes significados en la construcción de un modelo prospectivo de ordenamiento territorial a partir de las potencialidades comunes, tomando como caso Samacá (Boyacá), como estrategia integradora supramunicipal.

Planteamiento del problema

El ordenamiento del territorio, según la Ley 388 de 1997 de la República de Colombia, se establece como:

El conjunto de acciones político-administrativas y de planificación física concertadas, emprendidas por los municipios [...] en orden a disponer de instrumentos eficientes para orientar el desarrollo del territorio bajo su jurisdicción y regular la utilización, transformación y ocupación del espacio, de acuerdo con las estrategias de desarrollo socioeconómico y en armonía con el medio ambiente y las tradiciones históricas y culturales. (artículo 5º)

Por ende, el ordenamiento se considera como la base que armoniza los procesos territoriales que, además, facilita la resiliencia sobre dicho territorio (Davies, 2000, citado por Contreras, 2013). De esta forma, se evidencia el alto grado de importancia que tiene la inclusión de diferentes significados (analógico, espacio/temporal, cuantitativo, financiero y cartográfico), pues ello sostiene modelos sólidos territoriales que ligen su coherencia con el largo plazo, considerado este como el horizonte de tiempo apto para el cumplimiento de los objetivos y las estrategias planteadas.

Palacios (2005, citado por Molina, López y Villegas, 2005), asegura que uno de los principales problemas para la gestión de los territorios tiene que ver con la carencia de herramientas que forjen la toma de decisiones y sus consecutivas prioridades, sumado a la baja capacidad de las administraciones locales para definir el perfil de la información necesaria (producción, manipulación y actualización). Aspecto sobre el cual Samacá no ha sido ajeno, pues la asimilación de los marcos necesarios para comenzar a apreciar el campo aplicativo de la información geográfica no constituye un escenario espacio-temporal de las interacciones producidas. Incluso, el plan de desarrollo municipal (2012-2015) afirma la limitación de análisis espacial como consecuencia de la baja actualización de información base y temática, que directa o indirectamente es consecuente con su clasificación dentro de la categorización financiera número 6 (donde se agrupan los municipios con menor volumen de ingresos corrientes de libre destinación —ICLD—o menos habitantes), lo que limita la priorización de sus recursos.

Esto perjudica varios de los beneficios que Samacá le presta a sus municipios vecinos, tal como es el caso de: el suministro de servicios ecosistémicos (en particular el relacionado con el recurso hídrico); la oferta de empleo en extracción del carbón mineral (teniendo en cuenta que existen exportaciones del coque hacia países de Europa, Centro y Sur América); la agricultura, la industria y el comercio; así como la representación como bien de patrimonio cultural mueble (Buitrones de la primera industria textilera del país), esquemas de producción, entre otros. Samacá no ha incorporado estrategias integrales y de corto plazo; además, el uso de los SIG es precario, por lo que se ve limitado para el análisis de todas las variables que propendan a soluciones integradas en las que se caracterice el territorio y, a partir de ello, se promuevan las interacciones supramunicipales.

Así, los SIG utilizados parcialmente no facilitaron la revisión de la brecha entre las condiciones deseadas y las actuales, ya que no hay movilidad entre una visión general y un acercamiento selectivo de las potencialidades en cuestión. Se debe considerar que la actividad agrícola para Samacá disminuyó su participación, al pasar de un aporte del 7.5% en el 2012 a un 5.6% en el 2013; mientras la explotación de minas y canteras mostró una tendencia ascendente, pasando del 2.6% en el 2012 a 3.8% en el

2013. Del mismo modo, los municipios de Chíquiza, Cucaita, Tunja, Ventaquemada, Motavita, Ráquira, Samacá, Sora, Sutamarchán, Sáchica, Guacheta y Lenguazaque son potenciales productores en sectores como el agrícola y minería de carbón, pero necesitan generar dinámicas funcionales basadas en relaciones espacio/temporales que alcancen transformaciones armónicas, significativas y sostenibles. Debido a que actualmente la integración a nivel supramunicipal no se establece dentro de los modelos de ordenamiento territorial y, por lo tanto, no se desarrollan las potencialidades en común bajo esquemas integrales de articulación, participación y coordinación que, con el valor agregado a través de los SIG, reflejan la necesidad de optimizar estructuras de forma y de fondo necesarias no solo para que se desarrollen las potencialidades económicas, sino que fortalezcan paralelamente el empoderamiento por el territorio.

Estado del arte

Un modelo corresponde a un diseño realizado por un observador, el cual establece y modera las relaciones sistémicas complejas (Arnold y Osorio, 1998); de forma tal que “se habla de modelo como un modo de explicación de la realidad y se utiliza como forma de representación de alguna realidad o serie de realidades” como asegura Ferrater (2001). Por tanto, el modelo será la imagen o representación simplificada del sistema territorial y el sistema modelizado tendrá la capacidad de ayudar a interpretar la estructura y su funcionamiento (Villarino y Orea, 2013). En otras palabras, el territorio funciona como un sistema complejo, ya que es una relación de partes con procesos tanto endógenos como exógenos que en conjunto generan dinámicas organizadas armónicas mediadas por las relaciones espacio/temporales, que son a su vez un tejido complejo de la construcción del sistema total. Para Massiris (2002), el ordenamiento territorial es a la vez proceso y un instrumento de planificación con visión de largo plazo.

Por consiguiente, el ordenamiento territorial es considerado como la base que armoniza los procesos llevados a cabo en el territorio, tales como acuerdos de concertación y participación ciudadana, teniendo en cuenta que a través del empoderamiento y la apropiación las comunidades generan una mayor capacidad de resiliencia sobre el territorio. Montero (2003) afirma que es una de las vías fundamentales para el desarrollo y la transformación de las comunidades. Esto, acorde con la visión prospectiva que considera el largo plazo como el horizonte de acuerdo a los objetivos y las estrategias que se plantean, caracterizado por tener múltiples opciones, caminos y resultados, donde es más complejo el diseño y aún más difícil la implementación (Davies, 2000, citado por Contreras, 2013).

Para observar el territorio como un todo se hace necesario: identificar los sistemas territoriales en conflicto,

entender y abstraer los detalles de la estructura, diseñar modelos prospectivos de ordenamiento para el desarrollo territorial y proponer políticas de intervención para los sistemas territoriales en conflicto (Posada y Chávez, 2016).

Por su parte, Hernández (2010) plantea que el ordenamiento se debe concebir como un instrumento que mediante un ejercicio prospectivo genere modelos de ocupación territorial que fortalezcan la vocación del territorio, que establezcan criterios técnicos para el conflicto del suelo, armonice intereses ambientales y culturales, que brinde un orden deseado en pro de la sustentabilidad ambiental a la escala regional de estructuras ecológicas compartidas por diferentes municipios; lo que le convierte en un punto de encuentro en la construcción de criterios enriquecedores para una escala local potencializada con la participación de actores sociales indispensables.

Paralelamente, Camelo-Garzón, Solarte-Pazos y López (2014) identifican la orientación del desarrollo territorial municipal y regional, con base en modelos de planificación realizados por medio de estrategias y métodos, que permiten hacer seguimiento y evaluación del impacto de los planes territoriales y su población, y bajo el diseño propuesto de un modelo conceptual y operacional para el seguimiento y evaluación de la gestión territorial aplicable a los municipios. Es decir, el ordenamiento territorial es un proceso que debe ser efectuado por medio de técnicas de participación, apropiación y empoderamiento de los actores sociales que relacione las dinámicas locales, regionales y nacionales; además de los aspectos de carácter ambiental, social, económico, político y cultural que garanticen una gestión integral del territorio.

Este proceso ha estado sometido a un importante número de limitantes, muchas de ellas atribuidas al manejo de grandes volúmenes de información o viceversa, donde los SIG se han convertido en un problema de antaño. Puesto que actualmente no solo se han optimizado procesos de análisis y manejo de datos, sino que se han reducido los tiempos de estudio de la información y de la toma de decisiones de forma paralela; acorde con la vertiginosa velocidad a la que se desarrollan los territorios que requieren de acciones acertadas y fundamentalmente a tiempo según Castellanos (2010).

Así mismo, este autor cita a Willems y Navarrete (2002), para quienes los SIG presentan aptitudes como: la búsqueda de relaciones y cohesión entre diferentes capas de información espacial; los beneficios de contar con bases de datos bien estructuradas; la facilidad de sobreponer y enfrentar capas de información y trabajar varios niveles de detalle de manera jerárquica; y la capacidad para elaborar evaluaciones ágiles de los resultados para quienes toman las decisiones o para los habitantes afectados o beneficiados por los resultados del estudio. Lo anterior tiene como fundamento que los objetivos más comunes del análisis espacio/temporal permite evaluar tendencias de crecimiento,

mutaciones de usos, el efecto de los llamados proyectos detonantes y determinar acciones que puedan potenciar o revertir los hechos detectados.

Metodología

El modelo de ordenamiento territorial propuesto es una consecución de pasos que estructuran cada uno de los significados (analógico, espacio/temporal, cuantitativo, financiero y cartográfico). Con el correspondiente sujeto de estudio, Samacá (Boyacá), fue necesario hacer un previo análisis referido a asuntos como: macroproyectos internacionales y nacionales; mapas con características básicas (cuencas, subcuencas y microcuencas, corporaciones autónomas regionales, municipios vecinos y minorías étnicas); consulta de significados del término “sistemas” desde ocho diferentes ópticas disciplinarias; y la consulta de fuentes de información específicas sobre la planeación territorial del municipio (plan de desarrollo municipal —PDM— y departamental —PDD— y presupuesto para el ordenamiento territorial del cuatrienio del PDM). Todo lo anterior manifiesta la actual dinámica del municipio.

Con estos insumos, es posible plantear el escenario prospectivo (objetivo) al que se desea llegar, apoyándose en una abstracción analógica y sin dejar de lado ninguna dimensión relevante del territorio (ambiental, social y económica). En este sentido, la acción realizada consistió en la adquisición de información espacial a escala 1:25.000 que se integrara en una geodatabase del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (Igac, 2005), constituida por los *Feature Datasets*: edificación de obra civil, transporte terrestre, transporte aéreo, transporte marítimo, instalación de construcciones para transporte, cobertura vegetal, superficies de agua, relieve, entidades territoriales y unidades administrativas y topónimos; en estas se encuentran distribuidas las capas bases y temáticas.

Paralelamente, se adquirió información del Sistema de Información Ambiental de Colombia (Siac) en lo concerniente a páramos delimitados, ecosistemas generales de Colombia y cobertura de la tierra; y también de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (Anla). Vale destacar que un problema que aún afronta la información espacial del país es la falta de digitalización de dicha información a diferentes escalas.

Con la información anterior se usó software ArcGIS (versión 10.2.2.). Con este se extrajo el municipio central de estudio (Samacá) por medio de la herramienta *Select (ArcToolbox > Analysis Tools > Extract)*, realizando un *buffer* o zona de influencia (*ArcToolbox > Analysis Tools > Proximity*) con un radio de 20 Kilómetros. De modo que los municipios intersectados (*ArcToolbox > Analysis Tools > Overlay*) dentro de dicho polígono tuvieron que ser indagados frente al desarrollo actual de las potencialidades para

establecer los integrantes del modelo y la necesidad de desarrollar las potencialidades comunes desde Samacá como estrategia integradora supramunicipal con los lineamientos de una metodología prospectiva territorial de carácter no prescriptivo y un enfoque participativo, sujeta a entornos inestables, complejos y dinámicos (Espinoza y González, 2004, citado por Piña-Hernández, 2012). Claramente fueron superpuestas capas relevantes como páramos, cobertura de tierras, superficies de agua y vías.

Para la actividad SIG del primer lapso de tiempo se hizo un análisis espacial con la herramienta *Clip* (*ArcToolbox > Analysis Tools > Extract*) de Samacá con capas como vías, ríos, páramos, cobertura vegetal, cobertura de tierra para identificar las fortalezas y las falencias de las potencialidades referidas a la producción minera (carbón) y al sector agrícola de forma espacial. Esta tarea se repite para cada uno de los municipios obtenidos de la tarea anterior.

La segunda fase correspondiente a la definición de normativa, planeación y recursos financieros relacionados con la localización, evidenció los municipios con categorías financieras mejores a las de Samacá, aspecto que sería fundamental para generar la zona de influencia con ayuda de las herramientas SIG; teniendo en cuenta el cumplimiento no solo de la normatividad vigente sino de las cualidades pertinentes relacionadas con el recurso suelo, subsuelo y el recurso hídrico.

Para la tercera fase se realizó una selección por proximidad y vecindad, describiendo una relación espacial de tipo cualitativo (conectividad, contención y adyacencia). Es decir, que emitió la importancia del municipio, representado en el modelo por medio de colores. De manera análoga, el sistema de polinización destaca que cada flor (municipios) es llamativa para los polinizadores (abejas y colibríes o las potencialidades: producción minería y sector agrícola).

En la cuarta etapa se agregaron los últimos municipios considerados, de modo que se generó una GDB (*file geodatabase*) para el modelo de ordenamiento territorial prospectivo planteado con las capas *vector* y *raster* (utilizadas para la representación analógica de cada municipio) generadas con el uso de las herramientas anteriores. Por ende, la información se encuentra catalogada en un *Features Datasets* total como uno por cada municipio integrado.

De esta manera, la información resultante es utilizada para generar la cartografía analógica del modelo total, la cual contiene la localización del área de estudio (escala continental, nacional, departamental, municipal), convenciones (información básica como ríos y vías), leyenda en la cual se expresa los elementos principales de la analogía y la temporalidad.

El significado cuantitativo de la estrategia integradora supramunicipal fue una composición de términos fijos y variables, dentro de los cuales se incluyen los municipios que hacen parte de la estrategia integradora con potencialidad en el sector agrícola o producción minera de carbón,

recurso hídrico, subsuelo y suelo, tiempo, sector agrícola, sostenibilidad (programas, proyectos y acciones), producción minera de carbón, financiación, acciones sociales, programas, proyectos y acciones y periodo de tiempo del modelo; ya que cada término juega un papel determinante en el éxito del modelo.

Finalmente, el significado financiero como la base material para la implementación del modelo territorial estuvo sujeto a la consulta inicial presupuestal, sumada a la correspondiente a los municipios integrados por periodo de tiempo. Ello implicó la necesidad de solicitar apoyo de organismos a nivel regional, nacional e internacional, hasta que se consiga el objetivo propuesto por etapa.

Resultados

El modelo territorial logrado expresa diferentes formas a través del SIG, los cuales apuntan a desarrollar las potencialidades comunes desde Samacá (Boyacá). Como estrategia integradora supramunicipal se incluyen los siguientes municipios: Ráquira, Tunja, Sáchica, Sora, Cucaita, Motavita, Ventaquemada, Sutamarchán y Chiquizá (departamento de Boyacá), Guachetá y Lenguaque (departamento de Cundinamarca); tal como se muestra en la figura 1.

La analogía se obtuvo del significado sobre el sistema de polinización cruzada por abejas y colibríes, caracterizada por ser eficiente para la integración de los recursos ofrecidos por los animales como movilidad (transporte de gametos masculinos), y los ofrecidos por las plantas como la alimentación (polen, néctar, tejidos y aceites) que asegura su sobrevivencia, crecimiento y reproducción exitosa. Esta se enlaza como una relación mutualista donde los municipios integrados se irán desarrollando en la medida en que los polinizadores cumplen la función de transportar el polen a los demás municipios. Cabe resaltar que, para el caso particular, los polinizadores representan los programas, proyectos y acciones encaminados al desarrollo de las potencialidades comunes con un enfoque sostenible. Es decir, la abeja se liga al sector agrícola (producción y comercialización) como una actividad representativa y generalista de varios municipios del modelo, que cumple con funciones primordiales como la seguridad alimentaria de la región y del país; mientras que el colibrí cabeza violeta representa aquellos programas, proyectos y acciones vinculados con la producción minera de carbón amigable con el ambiente (actividad más facultativa de ciertos municipios). Por ello, el polen representa las dos potencialidades nombradas anteriormente. A medida que se polinicen las diferentes flores (municipios), estas irán cambiando de color, lo cual indica el desarrollo de la estrategia integradora supramunicipal.

Los polinizadores son atraídos por las flores según sus características propias (color, tamaño, forma, entre otros). Para este caso, esas propiedades se asocian a que sean

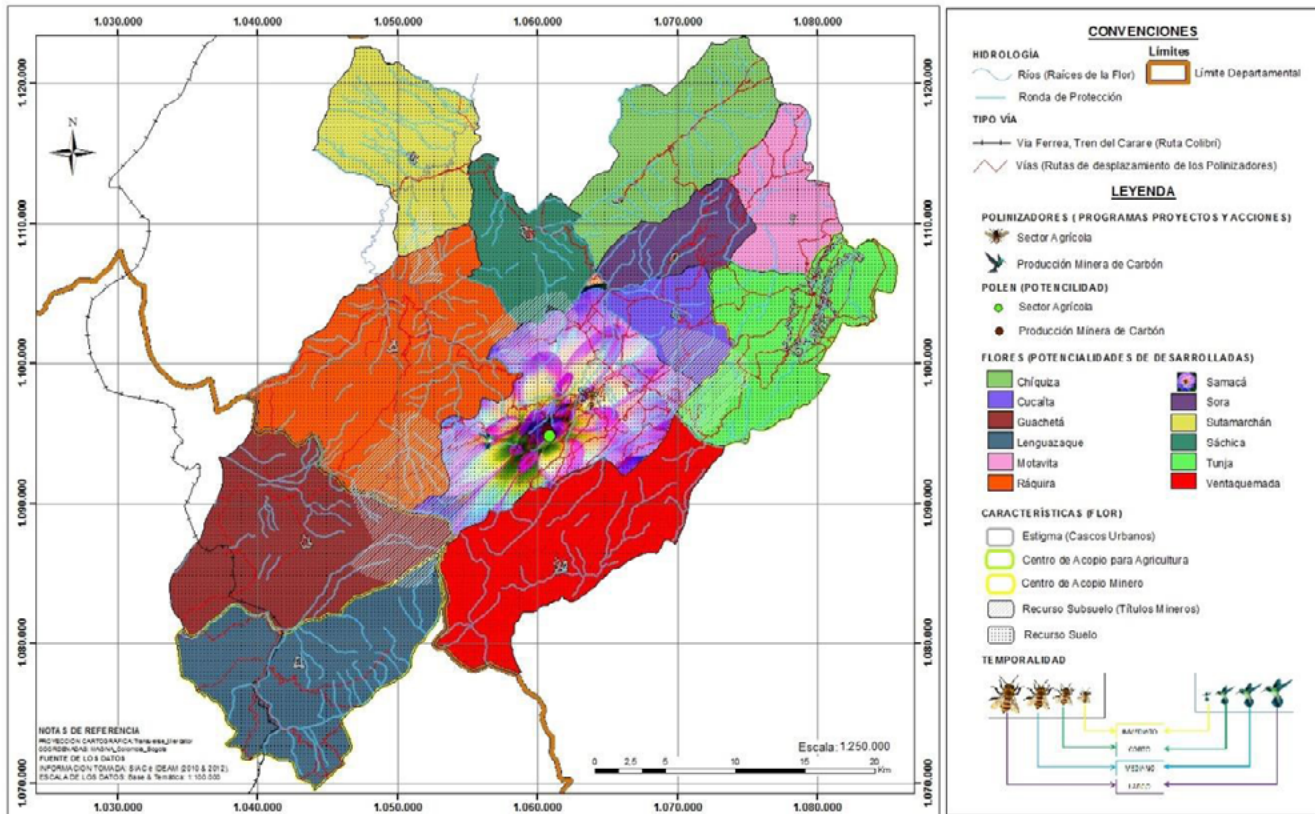


Figura 2. Escala espacio/temporal (plazo inmediato).

Fuente: elaboración propia de las autoras.

de integración necesarias. La inversión económica para esta etapa proviene de los recursos asignados expresado en los programas y subprogramas del PDM “Trabajando por un solo propósito (2016-2019)” acordes con el modelo territorial; del mismo modo, de recursos otorgados por el departamento contemplados en el PDD “Creemos en Boyacá, tierra de paz y libertad (2016-2019)”.

El corto plazo equivaldrá al periodo de Gobierno municipal entre 2020 y 2023, periodo en que se han de integrar los municipios de Ráquira y Tunja (figura 3). De este modo, se da lugar a la implementación de los programas, proyectos y acciones necesarias para la estrategia integradora). La inclusión de estos municipios se justifica en la medida en que, por ejemplo, el segundo en cuestión cuenta con primera categoría financiera, es decir ingresos anuales superiores a 100.000 y hasta de 400.000 smlmv, de modo que el monto invertido en las potencialidades es apto para comenzar un proceso firme y proyectado a ser un referente nacional (Duffo, 2007). A nivel regional existirá apoyo económico por medio del Plan de Acción Institucional de las Corporaciones Autónomas Regionales que tienen jurisdicción en los municipios integrados (Corporación Autónoma

Regional de Cundinamarca, Corporación Autónoma Regional de Boyacá, Corporación Autónoma Regional de Chivor), principalmente en lo establecido en las líneas estratégicas de gestión del recurso hídrico de la jurisdicción, procesos productivos sostenibles y competitivos, y el fortalecimiento del sistema regional ambiental para el desarrollo sostenible.

De manera gradual se da lugar al mediano plazo, establecido entre 2024 y 2031 (dos periodos de Gobierno municipal), donde se exhibe el escenario con mayor dinámica gracias a la cantidad de nuevos municipios que aportarán consistencia a los programas, proyectos y acciones planteados para la estrategia (referidos a ámbitos sociales, ambientales, funcionales y políticos) y a la financiación requerida.

El sector minero se verá fortalecido por la integración de municipios como Lenguazaque, Guachetá, Cucaita y Sáchica, ya que algunos de ellos están planteados en proyectos como el tren de Carare y la troncal del carbón. El sector agrícola adoptará, además de los actores nombrados anteriormente, a los municipios de Ventaquemada y Motavita (figura 4). Es necesario realizar un constante seguimiento y control de los programas, proyectos y acciones

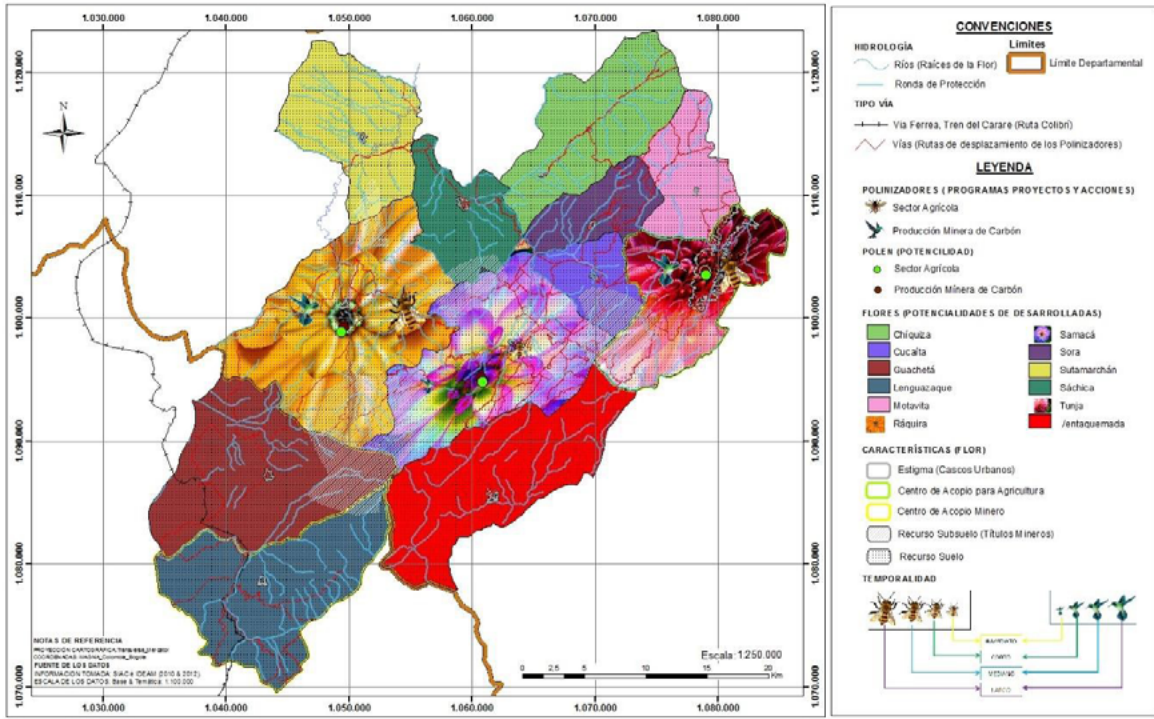


Figura 3. Escala espacio/temporal (corto plazo).

Fuente: elaboración propia de las autoras.

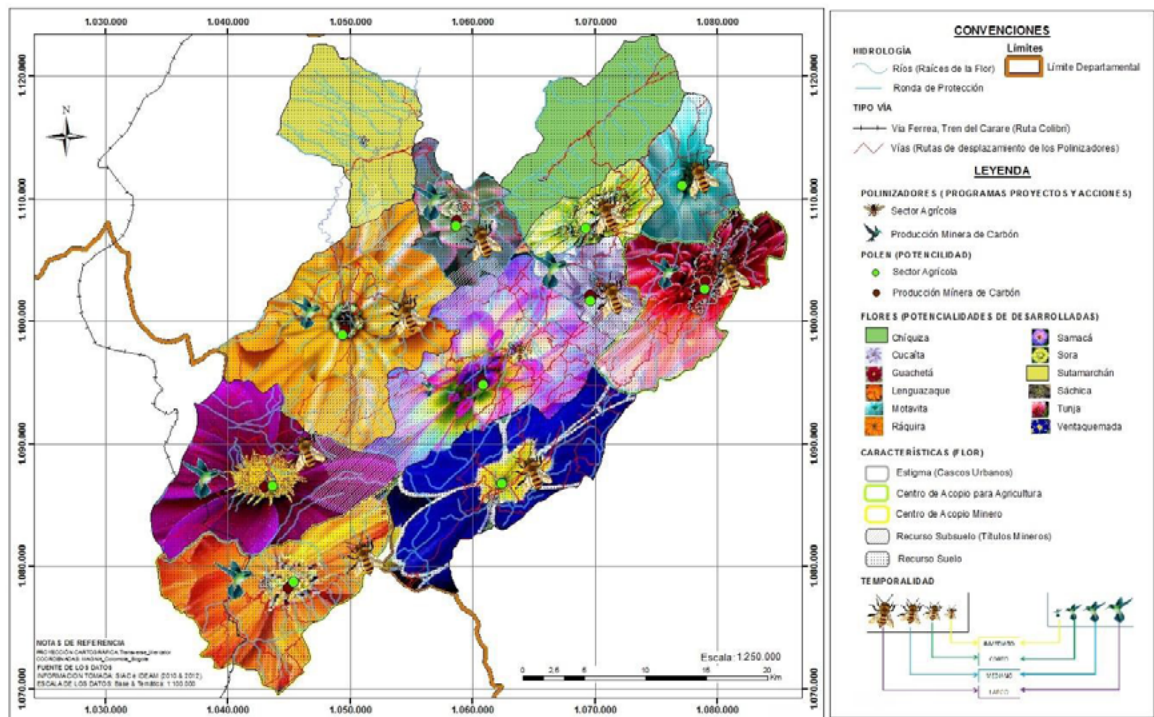


Figura 4. Escala espacio/ temporal (mediano plazo).

Fuente: elaboración propia de las autoras.

implementados de la estrategia integradora del sector agrícola y la producción minera con la finalidad de establecer el nivel de cumplimiento, ejecución y satisfacción de los actores involucrados.

Finalmente, en el horizonte de tiempo que abarca los años 2032 a 2035 (es decir, cuatro años y un periodo de Gobierno municipal más), la producción minera contará con la integración del municipio de Sutamarchán; en cuanto al sector agrícola, además del nombrado anteriormente, se suma el municipio de Chíquiza, como se muestra a continuación.

De forma gradual, se logrará desarrollar las potencialidades comunes desde Samacá, como estrategia integradora supramunicipal, evidenciándose el beneficio que traduce el ámbito sostenible de las dos potencialidades. Esto, en la medida en que se acogen los programas, proyectos y actividades de esta índole que contribuyen a mejorar la calidad ambiental y la calidad de vida del productor y de la sociedad, convirtiéndose en una opción económicamente viable.

La expresión cuantitativa para el modelo planteado (1) es una composición de varias partes importantes que se desarrollarán a continuación. En primer lugar, los corchetes contienen las expresiones relacionadas con la potencialidad del sector agrícola y la producción minera de carbón. La potencialidad denominada como “sector agrícola” (Sg) será representada por una función exponencial (figura 6), para el numerador, pues su crecimiento será continuo de acuerdo Δr (variable que indica el ritmo de crecimiento de dicha potencial); mientras que el denominador está conformado por la suma del Recurso hídrico (Rh) y el Recurso suelo (RS), que son la base ambiental para la actividad.

El segundo bloque corresponde a la producción minera de carbón (Pm), que varía de lo propuesto para el sector agrícola en cuanto que la función que expresa su desarrollo es una tangente hipérbola, que sugiere un crecimiento continuo hasta encontrar un punto de inflexión o cambio, a partir del cual se comporta de una manera relativamente constante. Su base ambiental corresponde a la suma del Recurso hídrico (Rh) y el Recurso subsuelo (Rsb).

Significado cuantitativo

$$EIS = \left[\int_{2017}^{2035} \Delta t \left(\frac{\sum_{i=Sa}^n Sg \Delta r}{Rh + Rs} \right)^{(S \cdot X) + \Delta F} \right] + \left[\int_{2017}^{2035} \Delta t \left(\frac{\sum_{i=Sa}^m \tanh Pm}{Rh + Rsb} \right)^{(S \cdot X) + \Delta F} \right] E \pm (As) \quad (1)$$

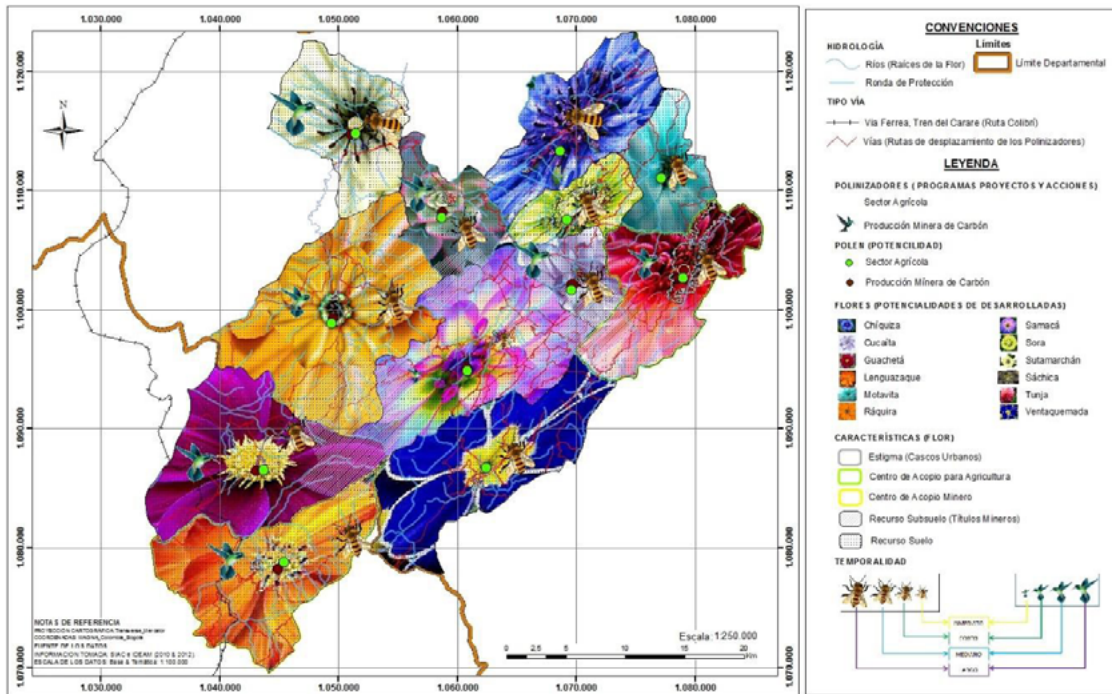


Figura 5. Escala espacio/temporal (largo plazo).

Fuente: elaboración propia de las autoras.

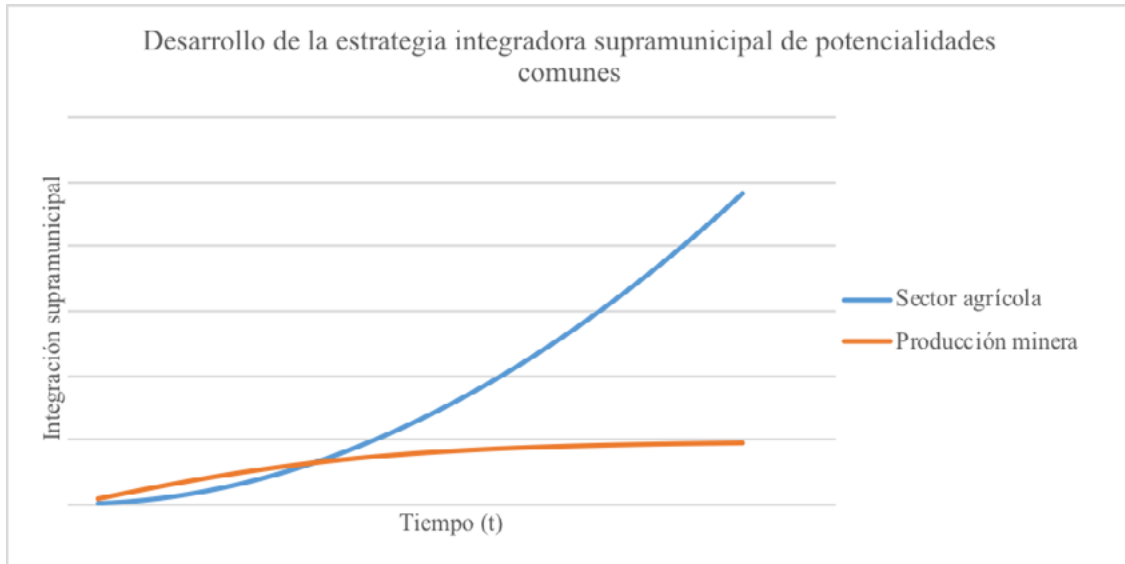


Figura 6. Representación gráfica del significado cuantitativo.

Fuente: elaboración propia de las autoras.

Significado ambiental

La vocación de uso del suelo que se establece en general para la zona de estudio está determinada de la siguiente forma (tabla 1):

Tabla 1. Vocación uso del suelo

| Vocación uso del suelo | Porcentaje |
|------------------------|------------|
| Agroforestal | 9% |
| Agrícola | 31% |
| Conservación de suelos | 43% |
| Ganadería | 6% |
| Minero | 11% |

Fuente: elaboración propia de las autoras.

En este punto, es necesario enfatizar en que los municipios tenidos en cuenta para el modelo territorial propuesto fueron seleccionados debido a su vocación con enfoques de las potencialidades a desarrollar. Y, así mismo, la implementación de la vocación adecuada gradualmente da lugar a que no se presenten conflictos de uso de suelo.

Tomando como el 100% el suelo de los 12 municipios que integran el modelo territorial, se evidencia que la vocación de uso que predomina es la conservación de suelos, debido a la importancia de protección de los recursos naturales fundamentales para la preservación y recuperación del medio ambiente. Uno de estos es el páramo de Rabanal y diversos cuerpos de agua circundantes, los cuales necesitan una ronda de protección para su conservación.

De igual modo, la vocación de suelo agrícola se establece en una proporción considerable debido a las características mencionadas anteriormente, con respecto a su composición química y estructura física. El uso del subsuelo para la actividad extractiva minería se asigna en este caso a áreas en las cuales no se tenga restricción ambiental alguna. Esta se ha considerado importante ya que existe la reserva de carbón que aún se encuentra en los municipios y por la existencia de zonas aptas para dicho proceso sin que afecten en mayor proporción los ecosistemas aledaños (Gobernación de Boyacá, 2016).

En lo referente al recurso hídrico, los municipios que hacen parte del modelo territorial se encuentran en jurisdicción de dos cuencas hidrográficas. Una de estas es la cuenca correspondiente al río Garagoa, la cual tiene jurisdicción en Corpochivor, CAR y Corpoboyacá, con un área total de 248.714 Hectáreas (ha), su extremo superior hace parte del altiplano Cundiboyacense y drena en la vertiente Oriental Andina. El río Garagoa nace al suroriente del municipio de Samacá, en el páramo de Rabanal. Comprende los municipios de Tunja, Samacá y Soracá.

El páramo de Rabanal en Samacá y la reserva forestal protectora del Malmo son dos áreas estratégicas por su estado de conservación y el aporte hídrico, pues surten a varios acueductos rurales y urbanos del municipio de Tunja. Las corrientes principales en jurisdicción de Corpoboyacá son los ríos Teatinos y Boyacá (Corporación Autónoma Regional de Boyacá, 2016).

La cuenca del río Suárez, localizada en los departamentos de Cundinamarca, Santander y Boyacá, con jurisdicción en la CAR, CAS y Corpoboyacá, influyen en los municipios

de Sutamarchán, Sáchica, Samacá, Cucaíta, Sora, Motavita. Sus principales afluentes son los ríos Sutamarchán, Samacá, Cane, Pómeca El Valle, Riachuelo y el río Monquirá. Sobre esta cuenca se encuentran varias zonas protegidas debido a los servicios ecosistémicos que presta al que es el parque Natural Regional Rabanal (Samacá) (Corpochivor, 2016).

Por tanto, el recurso hídrico y los servicios que presta juegan un papel clave en la sostenibilidad ambiental y el ordenamiento. Por tal razón se plantea una ronda de protección de 30 metros para así garantizar la conservación del recurso y de los ecosistemas aledaños.

Significado financiero

La inyección financiera de esta etapa corresponde a la inversión del Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Minas y Energía, así como de los planes de desarrollo municipales de los nuevos integrantes; a los cuales se les estima aumentos reflejados entre el 0.04% y 0.07% de valores actuales. Así mismo, se destaca la inversión de la compañía privada brasileña Votorantim (para la construcción del tren del Carare que busca potenciar la explotación de carbón en Cundinamarca, Boyacá y Santander). Paralelamente, el mejoramiento de la Troncal del carbón prevé una inversión alianza público-privada (APP) que beneficia al sector minero y turístico del área.

Es primordial el enlace en todas las etapas para el ámbito financiero con entidades como el Banco Interamericano de Desarrollo, el cual apoya proyectos y programas de países miembros regionales en vías de desarrollo e instituciones del sector de la explotación de recursos minerales, la agricultura y desarrollo rural; y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

La última etapa, o largo plazo, se dará entre 2032 y 2035, periodo en que la producción minera contará con la integración del municipio de Sutamarchán; y el sector agrícola contará, además del municipio nombrado, al municipio de Chíquiza.

Discusión de resultados

La posibilidad de diseñar un modelo prospectivo de ordenamiento territorial, a partir de las potencialidades comunes desde Samacá (Boyacá) como estrategia integradora supramunicipal, está dada por la capacidad de establecer diferentes formas de expresar una misma situación, pero manteniendo un vértice que, en este caso, es el proporcionado por el SIG.

Las pruebas de este resultado están dadas por la posibilidad de expresar el mismo modelo de forma analógica, literal, espacio-temporal, cuantitativa, con enfoque ambiental y financiero al mismo tiempo, pero con diferentes expresiones,

de acuerdo a las herramientas que se puedan incorporar en cada tipo de expresión. Lo que más interesa en este artículo es destacar el papel central de los SIG para poder aglutinar la información, respecto a cada una de las formas expresadas y con el total de capas superpuestas, sin que ello mengüe la capacidad de ver el objetivo pretendido con el modelo.

Las diferentes expresiones o significados para un mismo modelo demuestran que, por una parte, ante la complejidad que subyace la realidad del territorio sí existen formas de darlas a conocer de manera gráfica y escrita; y, por otra, que es necesario un acto de creatividad para poder construir este tipo de modelo, no solo por la complejidad de las capas de la información o de las diferentes formas de darlo a entender, sino, por la visión de futuro que debe llevar explícita.

Las autoras reconocen y entienden que este ejercicio debe ser validado plenamente por la comunidad, debido a que una cosa es mostrar el objetivo de un territorio desde la óptica de personas con un dominio disciplinar, y otra es contar con la posibilidad de que llegue a ser un escenario más concertado que factible.

Y aunque no es un ejercicio fácil, tampoco es imposible de hacer, por lo que se invita a los profesionales de las ciencias de la tierra y afines a que integren todos sus conocimientos en pro de los territorios colombianos. De manera tal que con su creatividad y la puesta en práctica directamente en la sociedad, se pueda gradualmente cambiar la mentalidad lineal y cortoplacista que nos ha dominado por décadas y construir en conjunto escenarios para un mejor mañana.

Conclusiones

Para Colombia y Latinoamérica es importante contar con métodos y formas alternativas de diseñar modelos prospectivos de ordenamiento territorial que, desde las localidades, destaquen las potencialidades y restricciones para así planear un desarrollo gradual.

La ventaja de los SIG, que permite poder articular diferentes y complejas expresiones, no existía hace años y es ahora cuando podemos optimizar esta herramienta con el máximo de aplicación en nuestras realidades. Así mismo, en un futuro existirán nuevas y más potentes herramientas para diseñarlo; pero la responsabilidad es ahora que las necesidades son muchas más que las opciones de entender lo que acontece.

Sería muy necesario, por ejemplo, utilizar los SIG para expresar las formas de comprender y proyectar el futuro en territorios que no usen el español, sino con etnias colombianas que tienen diferentes percepciones y formas de relacionarse con el territorio.

Las expresiones sobre el territorio pueden tener un abanico de posibilidades, pero los SIG permiten concretarlo de una manera, ágil, útil y precisa. Es evidente que la capacidad

creativa e imaginativa de cada persona se pone a prueba cuando existe la responsabilidad de trazar un objetivo para que las comunidades cuenten con mejor calidad de vida ahora y a futuro.

Referencias

- Alcaldía Municipal de Samacá (2016). *Plan de desarrollo municipal*. Recuperado de <http://samaca-boyaca.gov.co/apc-aa-files/33393437613565643434396164323663/acuerdo-municipal-no.-009-plan-de-desarrollo-01-1-.pdf>
- Arnold, M. y Osorio, F. (1998). Introducción a los conceptos básicos de la teoría general de sistemas. *Cinta de Moebio. Revista de Epistemología de Ciencias Sociales*, 3, 40-49. Recuperado de <https://revistas.uchile.cl/index.php/CDM/article/viewFile/26455/27748>
- Camelo-Garzón, Á., Solarte-Pazos, L. y López, O. (2015). Evaluación y seguimiento de planes de ordenamiento territorial en los municipios de Colombia. *Sociedad y Economía*, 28, 163-180. Recuperado de http://praxis.univalle.edu.co/index.php/sociedad_y_economia/article/view/3934/6018
- Castellanos, D. F. (2010). Aplicación de los sistemas de información geográfica en el ordenamiento territorial. *Revista Ventana Informática*, 22, 39-53. Recuperado de <http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/view/208/257>
- Comisión Económica para América Latina (Cepal) (2015). *Panorama del desarrollo territorial en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/39223/1/S1500808_es.pdf
- Congreso de la República de Colombia (1997). *Ley 388*. Diario Oficial n.º 43.091.
- Contreras, E. (2013). El concepto de estrategia como fundamento de la planeación estratégica. *Pensamiento & Gestión*, 35, 152-181. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/pege/n35/n35a07.pdf>
- Corporación Autónoma Regional de Chivor (Corpochivor) (2016). *Plan de acción institucional 2016-2019*. Recuperado de <http://www.corpochivor.gov.co/wp-content/uploads/2016/06/Documento-final-PAI-2016-2019-publicacion-.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane) (2014). *Censo nacional agropecuario*. Recuperado de <https://sitios.dane.gov.co/cna-dashboard/#/national>
- Duffo, E. B. (2007). *Categoría de los municipios*. Recuperado de http://www.boyacacultural.com/index.php?option=com_content&view=article&id=173&Itemid=33
- Ferrater, J. (2001). *Diccionario de filosofía*. Tomo III. Madrid: Ariel.
- Gobernación del Departamento de Boyacá (2016). *Plan de desarrollo departamental*. Recuperado de <http://www.boyaca.gov.co/images/planes/plan-de-desarrollo/pdd2016-02-D-Productivo.pdf>
- Hernández, Y. (2010). El ordenamiento territorial y su construcción social en Colombia: ¿un instrumento para el desarrollo sustentable? *Cuadernos de Geografía-Revista Colombiana de Geografía*, 19, 97-109. Recuperado de <http://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/16854/36692>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi (2005). *Estudio general de suelos y zonificación de tierras del Departamento de Boyacá*. Recuperado de ftp://gisweb.ciat.cgiar.org/DAPA/users/apantoja/london/Colombia/Suelos/00_shape_suelos/PROYECTO_DNP/MEMORIAS_SUELOS_OFICIALES/BOYACA/94864-Suelos%20Tomo%20II.pdf
- Massiris, A. (2002). Ordenación del territorio en América Latina. *Scripta Nova Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, 6(125), 1-30.
- Massiris, A. (2005). *Fundamentos conceptuales y metodológicos del ordenamiento territorial*. Tunja, Colombia: Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.
- Molina, A. M., López, L. F. y Villegas, G. I. (2005). Los sistemas de información geográfica (sig) en la planificación municipal. *Revista EIA*, 4, 21-31. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1492/149216912002.pdf>
- Montero, M. (2003). *Teoría y práctica de la psicología comunitaria*. Buenos Aires: Paidós.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2005). *Agricultura y diálogo de culturas nuestro patrimonio común*. Recuperado de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/a0015s/a0015s00.pdf>
- Piña-Hernández, E. H. (2012). Evaluación prospectiva para la constitución de reservas territoriales para vivienda social. *Quivera, Revista de Estudios Territoriales*, 14(1), 20-46. Recuperado de <https://quivera.uaemex.mx/article/view/10450>
- Posada, A. y Chávez, J. (2016). Modelo de desarrollo local para una zona de Bogotá-Colombia, relacionando la estructura ecológica principal en el proceso de expansión urbana. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 19(2), 445-455.
- Posada, A. (2017). Diseño de modelos prospectivos de ordenamiento territorial, utilizando SIG. una propuesta metodológica. *Revista de Topografía Azimut*, 8, 25-40.
- Villarino, A. y Orea, A. (2013). *Ordenación territorial*. Madrid: Mundi-Prensa Libros.

