

**ENSEÑANZA DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA EN INGENIERÍA
CIVIL UNA HERRAMIENTA PARA EL INGENIERO DEL SIGLO XXI**

AUTOR

WILMAR ANDRES GUERRERO GARCIA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de

INGENIERO CIVIL

Tutor

JOSE PEDRO BLANCO ROMERO

**UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA
FACULTAD DE ESTUDIOS A DISTANCIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTA, FEBRERO
2022**

TABLA DE CONTENIDO

1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	4
2	JUSTIFICACIÓN.....	5
3	OBJETIVO GENERAL	8
4	OBJETIVOS ESPECIFICOS	8
5	MARCO REFERENCIAL	8
5.1	Servicios de transporte y sistema de carreteras:	10
5.2	Instalaciones públicas (hospitales, parques, escuelas y servicios).....	11
	Ilustración 2. Instalaciones públicas (hospitales, parques, escuelas y servicios)	12
5.3	Uso y ocupación de la tierra.....	12
	Ilustración 3. Uso y ocupación de la tierra	13
5.4	Registró gráfico de inmuebles	13
5.5	Infraestructura (agua, alcantarillado, pavimentación, alumbrado y público)	14
	Ilustración 5. Infraestructura (agua, alcantarillado, pavimentación, alumbrado y público)..	14
6	DISEÑO METODOLOGICO	18
7	RESULTADOS	21
8	PLANIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN	22
8.1	Documentación:	22

9	IMPACTO.....	24
10	CONCLUSIONES.....	25
11	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

TABLA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Servicios de transporte y sistema de carreteras	11
Ilustración 2. Instalaciones públicas (hospitales, parques, escuelas y servicios)	12
Ilustración 3. Uso y ocupación de la tierra	13
Ilustración 4. Registro gráfico de inmuebles	13
Ilustración 5. Infraestructura (agua, alcantarillado, pavimentación, alumbrado y público).....	14
Ilustración 6. Análisis espacial. Fuente: https://mynasadata.larc.nasa.gov	16
Ilustración 7. Visualización y cartografía. Fuente: https://mynasadata.larc.nasa.gov	16
Ilustración 8. Sistemas de Información Geográfica.....	20

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las Herramientas Geotecnologicas han participado activamente en la evolución de la Ingeniería Civil, logrando un gran impacto en nuestra sociedad. Para el caso particular del uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y las aplicaciones de dicha tecnología en la ingeniería civil, se puede inferir que han sido de gran ayuda en la resolución de problemas de diferente índole en actividades relacionadas especialmente con la gestión del espacio geográfico.

En Colombia la enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) no son de carácter obligatorio, lo que conlleva que estudiantes de pregrado no cuenten con la adquisición de conocimientos relacionados con esta tecnología, por tal razón es importante la inclusión de los SIG en los programas de ingeniería, lo que permitirá a los futuros profesionales optimizar recursos económicos y humanos a la hora de tomar decisiones en los diferentes proyectos relacionados con la ingeniería civil.

La omisión de la enseñanza de los SIG no es de una zona en particular sino a nivel general, debido a que en gran parte de las instituciones no se cuentan con los recursos físicos y el personal idóneo en esta herramienta tecnológica, ocasionando un gran impacto en ámbito académico y por consiguiente en el futuro profesional de los ingenieros civiles, es decir que existen factores externos que retrasan la enseñanza de los SIG y por ende inciden de forma directa en el progreso académico.

Los Profesionales de la ingeniera y de la arquitectura hacen uso de los SIG en sus diversas actividades, en donde dicho recurso tecnológico ofrece un gran número de ventajas y afianzamiento en la toma de decisiones. Sin embargo, es necesario indicar que la no inclusión de

esta herramienta en los cursos de pregrado ocasiona desventajas para los futuros profesionales, en la resolución de problemas de planificación y organización de proyectos.

Los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta importante que tiene muchas aplicaciones en diversas áreas de la ingeniería, lo que aumenta la necesidad de implementar esta tecnología en los diferentes cursos de pregrado y posgrado, la no inclusión de la enseñanza de los sistemas de información geográfica en los programas académicos puede generar poca competitividad y creatividad en los profesionales que laboran en actividades de diseño y planificación. Sin embargo, es importante mencionar que algunas instituciones educativas, tienen entre sus asignaturas, electivas o cursos extensivos, de temas relacionados con los sistemas de Información Geográfica (SIG), lo que conlleva a los siguientes interrogantes. ¿La enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica es una herramienta útil para que los ingenieros del siglo XXI visualicen, comprendan diferentes alternativas y puedan tomar decisiones acertadas?

2 JUSTIFICACIÓN

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), como recurso tecnológico son una gran herramienta en el desarrollo de proyectos e investigaciones, no solamente en el campo de la ingeniería civil, sino también en la arquitectura, ingeniería ambiental, e ingeniería topográfica (Solano & Montes, 2019). A pesar de que las aplicaciones de los SIG son multipropósito, el estudio se enfocará exclusivamente en el campo de la ingeniería civil.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG), brindan una gran cantidad de beneficios en las diferentes tareas y actividades de la ingeniería civil, como el urbanismo, la planificación, cobertura del suelo y en otras situaciones relacionadas con el uso y cuidado del medio ambiente. Sin embargo, es necesario mencionar que los SIG permite una toma de decisiones acertada y en cambio la ausencia de dicha tecnología puede ocasionar situaciones descontroladas con de gran impacto social y ambiental.

En el campo de la educación en ingeniería, el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), en el siglo XXI ha proporcionado una ganancia significativa en eficiencia, siendo una herramienta de gran importancia en las actividades de docencia e investigación en Ingeniería, donde los SIG son una tecnología para la investigación de diversos fenómenos, relacionados con el transporte, tráfico, urbanismo, registro técnico, medio ambiente, geología, pedología, vegetación, cuencas hidrográficas, etc.

Los SIG son un recurso tecnológico que permite solucionar diversos problemas, entre los cuales se pueden presentar los siguientes escenarios; un propietario acude al catastro para actualizar su propiedad, pero la información en la secretaria que busca no identifica tal lote, y dice que es imposible registrarlo. Sin embargo, en otra secretaria, la información puede que este actualizada, Lo anterior, evidencia que no existe un sistema de información integrado y que la información entre instituciones, que tienen la misma función, se encuentre desarticulada, lo que genera desinformación. Otro ejemplo interesante es el impuesto predial territorial urbano, que se basa en información sobre el valor del mercado de los inmuebles, y si dicha información no se actualiza, ni se integra con otras empresas que tengan información similar, se puede llegar a cobrar una cantidad impositiva injusta a un residente como resultado de esta falta de integración de información. Estos ejemplos muestran lo importante que es para el estado tener acceso a datos

de múltiples fuentes. Por otro lado, existe la necesidad de que las empresas cuenten con información de los datos obtenidos por el Estado, para que conozcan la existencia de nuevos núcleos urbanos, y decidan ubicaciones preferenciales para la instalación de nuevas unidades eléctricas, escuelas privadas, televisión de pago, internet, y otros servicios e instalaciones. (Montenegro, 2019)

Las situaciones presentadas son el contexto de lo que sucederá si no se toman las medidas correspondientes para resolver el problema y las consecuencias que se presentaran, las cuales afectan directamente a la sociedad y no solamente a un pequeño grupo en particular, es decir que se hace necesario vincular a técnicos y profesionales en la enseñanza de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para integrar y facilitar la actualización de datos para todos los miembros de la sociedad y establecer un acuerdo entre las instituciones públicas y privadas interesadas, con el fin de crear una base de datos unificada. De esta forma, tanto el gobierno como las empresas contarían con la información necesaria para seguir mejorando su funcionamiento en busca de una mayor eficiencia.

Las situaciones anteriormente descriptas son una muestra de las consecuencias y las incidencias que pueden ocasionar la no aplicación de los SIG en gestión física municipal territorial, y así como se presentan en esta área, también se manifiesta en muchas más que a pesar de no ser detalladas, se mencionaran en el desarrollo del documento, es decir que no se abordaran todas las aplicaciones, si no las más reconocidas a nivel general.

3 OBJETIVO GENERAL

Describir como los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta útil, en la visualización, comprensión y toma de decisiones en los diferentes campos de la ingeniería civil, teniendo en cuenta las diversas aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica que se están haciendo en la enseñanza a nivel de pregrado y a nivel de posgrado, logrando un aumento significativo en la calidad con respecto al modelo de base de datos CAD (Diseño Asistido por Computador).

4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Presentar la aplicación de los Sistemas de Información Geográfica en los diversos campos de la ingeniería, junto con los beneficios que pueden estos ofrecer.

Ofrecer al estudiante principios conceptuales para llevar a la practica el procesamiento en el software ArcGIS.

5 MARCO REFERENCIAL

Los Sistemas de Información Geográfica son un recurso tecnológico que permite la manipulación de datos en grandes cantidades en proyectos de gran envergadura. Logrando de esta

forma apoyar a diversas instituciones en la creación y uso de estrategias para un el logro de metas sostenibles, jugando de esta manera un rol importante en el sector de la ingeniería civil.

El Sistema de Información Geográfica está conformado por una estructura de datos flexibles, que permiten realizar diferentes tipos de análisis de datos geográficos de forma clara y sencilla; mientras que otros sistemas de mapeo como el CAD utiliza recursos más complejos, lo que implica una mayor dificultad en la realización de tareas, y por lo tanto cada cambio en el sistema CAD debe borrarse e iniciarse de nuevo, y para el caso del SIG dichos cambios se ajustan automáticamente, logrando de esta forma una mayor optimización del tiempo (Ramírez & Mora, 2014)

El modelo de base de datos CAD también trata la información espacial como dibujos o mapas electrónicos, que se componen de recursos gráficos definidos por parámetros matemáticos junto a una composición de primitivas geométricas que permite a los usuarios almacenar gráficos de tipo altamente simbolizados. Sin embargo, los programas SIG pueden organizar estos diferentes tipos de datos CAD en un único entorno de base de datos que contiene ubicaciones espaciales más sus respectivos atributos geográficos. El Sistema de Información Geográfica es un sistema para el tratamiento de diversas fuentes como mapas, imágenes de satélite, registros, que además permiten recuperar y combinar información para realizar diversos tipos de análisis de datos.

La tecnología SIG proporciona un punto central para realizar análisis espaciales, superposición de datos e integración con otras soluciones y sistemas. Construido sobre una base de datos en lugar de archivos de proyectos individuales, permite a los ingenieros civiles administrar, reutilizar, compartir y analizar datos fácilmente, ahorrando tiempo y recursos.

Los sistemas de información Geográfica (SIG) originalmente se desarrollaron en el año de 1960 como un recurso para superponer y combinar diferentes tipos de datos en un mismo mapa, mostrando datos geográficos, ambientales o demográficos por separado o combinados, permitiendo a los ingenieros civiles administrar, compartir datos y convertirlos en informes y visualizaciones fáciles de entender que se pueden analizar y comunicar a otros.

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son herramientas de suma importancia en las actividades de docencia e investigación en Ingeniería, brindando las condiciones más satisfactorias para que investigadores, técnicos, estudiantes de ingeniería, etc. visualicen, comprendan, y tomen decisiones. En el campo de la educación, los SIG proporcionan al alumno una adecuada asimilación de las enseñanzas, posibilitando la realización de simulaciones de diferentes escenarios urbanos, de transporte, etc., con el fin de incorporar los conocimientos más modernos.(Pardo, 2017a). Las diversas aplicaciones que se están haciendo en la enseñanza no solo a nivel de pregrado, sino también a nivel de posgrado, han demostrado la ganancia significativa en la calidad de la enseñanza. Ciertos tipos de Ingeniería, particularmente la del transporte, tienen pocas posibilidades de uso de laboratorios, común en otras áreas de la ingeniería. Los SIG vienen precisamente para responder a esta necesidad, mejorar las condiciones de educación y formación para ingenieros, capaces de dar respuesta a las necesidades reales del mundo moderno y, sobre todo, con formación centrada en las funciones sociales de la ingeniería. En el caso de la Ingeniería Urbana, en concreto, los SIG son útiles para evaluar la situación actual de los más diversos servicios urbanos, entre otros.

5.1 Servicios de transporte y sistema de carreteras:

En la actualidad los procesos de las redes viales requieren información precisa y confiable a corto tiempo, el SIG es una herramienta que proporciona información del estado de las carreteras

y el tráfico que se encuentra en las mismas mediante el dispositivo del GPS, lo cual permite conocer la ubicación espacial sobre un plano digital en la zona que se encuentra desplazando el usuario (Aguilar & Granell, 2013).

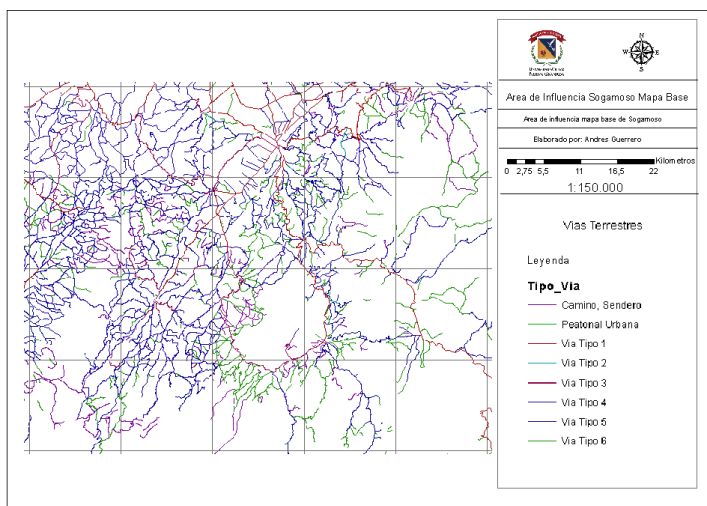


Ilustración 1. Servicios de transporte y sistema de carreteras

5.2 Instalaciones públicas (hospitales, parques, escuelas y servicios)

Los asentamientos urbanos implican la sustracción de las tierras a los ecosistemas para poder crear espacios dedicados con fines exclusivos como lo son centros educativos, unidades hospitalarias, zonas de comercio entre otras. Haciendo posibles las actividades socioeconómicas, industriales y mineras (Sánchez et al., 2019).

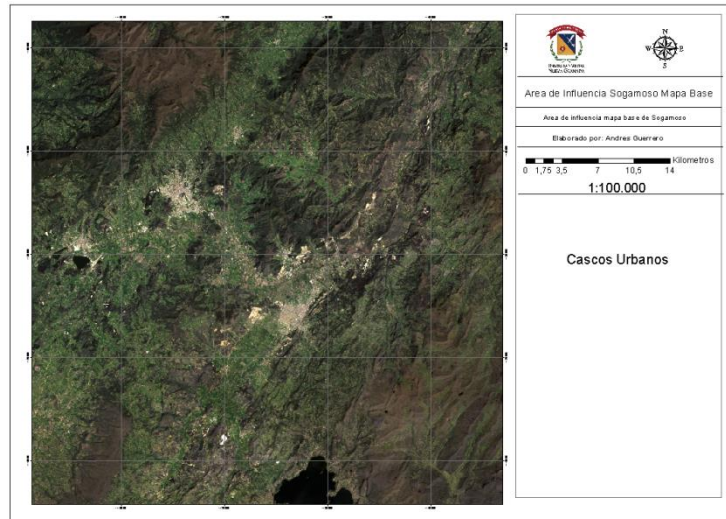


Ilustración 2. Instalaciones públicas (hospitales, parques, escuelas y servicios)

5.3 Uso y ocupación de la tierra

El sistema de clasificación de capacidad de uso del suelo que agrupa a los suelos con base a su capacidad de producir plantas cultivadoras por largos periodos de tiempo de forma sostenible y sin deteriorar el suelo. El análisis de la oferta ambiental se basa en los servicios eco sistémico que el componente del suelo presta para el desarrollo de las actividades relacionadas con la agricultura, donde los agricultores se apropian de flujos de agua, nutrientes y energía solar, transformando ecosistemas para producir bienes agrarios (Delgado & Fernández, 2017).

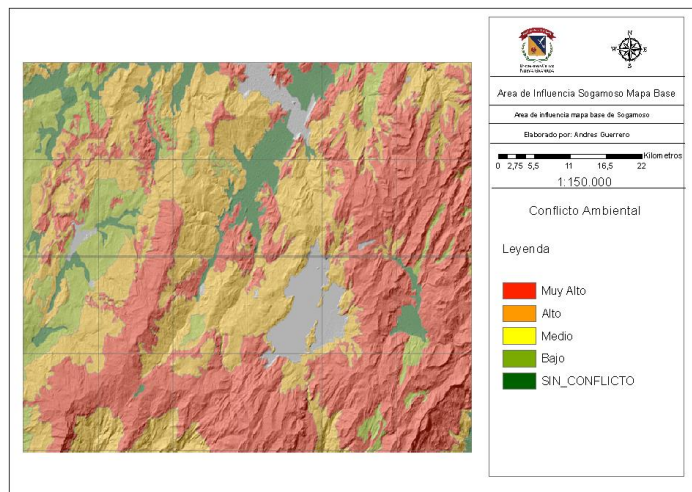


Ilustración 3. Uso y ocupación de la tierra

5.4 Registró gráfico de inmuebles

La planeación del territorio requiere del desarrollo de un diagnóstico de las condiciones y el orden actual en las regiones. Si bien el análisis puede llamarse conflicto entre la demanda y la oferta de bienes y servicios, conectividad y capacidad de infraestructura. Los procesos de planeación incluyen una socialización que en ocasiones resulta en replanteamientos y re direccionamiento de los procesos de ordenamiento (Cardoza , 2017).

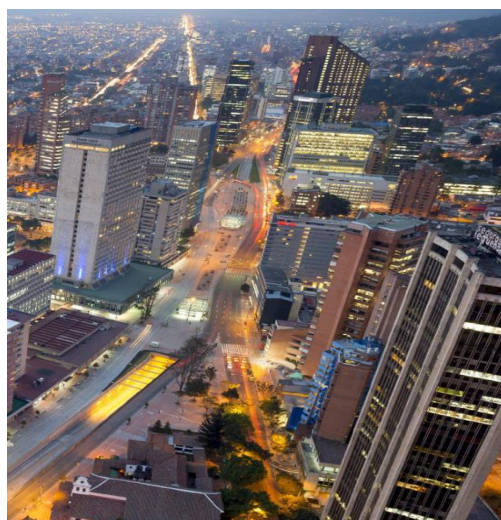


Ilustración 4. Registró gráfico de inmuebles

5.5 Infraestructura (agua, alcantarillado, pavimentación, alumbrado y público)

En la actualidad con el crecimiento exponencial de las zonas urbanas, las grandes sociedades requieren de redes de transporte, acceso a servicios básicos como aguas potables, redes de energía y manejo de diversos residuos. Esto hace que se genere una demanda de los recursos naturales, permitiendo una restructuración en el plan de ordenamiento territorial de la nación (Camargo et al., 2017).

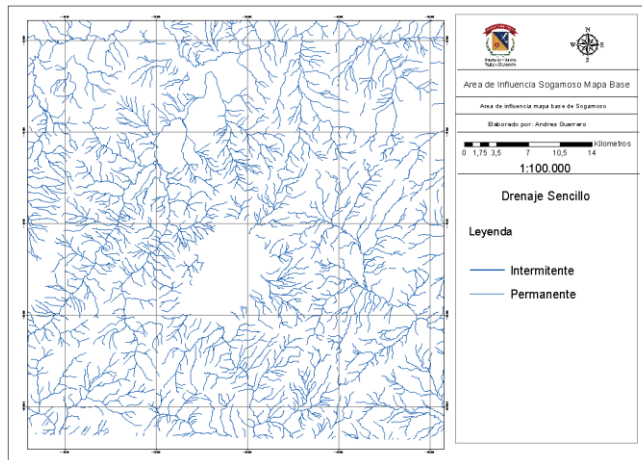


Ilustración 5. Infraestructura (agua, alcantarillado, pavimentación, alumbrado y público)

Además, el Sistema de Información Geográfica se puede utilizar para tomar decisiones sobre el dimensionamiento de estas utilidades, cuando se concluye que la población no está siendo atendida adecuadamente por alguno de los rubros anteriores. El Sistema de Información Geográfica es, por tanto, una herramienta de suma importancia en las actividades de planificación urbana y transporte, proporcionando al ingeniero las condiciones más satisfactorias en la visualización, comprensión y toma de decisiones.

La tecnología informática ha evolucionado exponencialmente en los últimos 30 años, permitiendo a los Sistemas de Información Geográfica convertirse en una herramienta para el ingeniero del siglo XXI. Con la microinformática, las aplicaciones basadas en infografía y geoprocésamiento, se vuelven accesibles para los más diversos tipos de empresas, profesionales, entre ellos el ingeniero, principalmente el ingeniero urbano y de transportes (Gualdrón et al., 2020)

Las actividades de diseño y planificación, en las diversas áreas de actuación - ingeniería, arquitectura, diseño, planificación urbana y regional, hoy, no pueden prescindir del uso de gráficos por computadora y tecnologías de geoprocésamiento, que a su vez requieren conocimientos específicos, competencia y creatividad en las soluciones. En consecuencia, la inversión en la formación de personal técnico calificado, que es la base de estas actividades de ordenación y ordenación territorial, es fundamental y estratégica para el desarrollo estatal y regional. Esta formación puede realizarse en forma de cursos de posgrado en sus diversas modalidades o mediante actividades conjuntas de investigación” e incluso en cursos de pregrado. El SIG permite crear fácilmente datos, mapas, globos terráqueos y modelos en el escritorio, publicar esta información en un servidor y utilizar todos los recursos a través de la web, en el escritorio o en dispositivos. Las aplicaciones en las que más se utilizan la herramienta mencionada se encuentran:

Análisis Espacial: proporciona herramientas de modelado de información para respaldar una toma de decisiones más inteligente y rápida, descubrir y caracterizar patrones geográficos, optimizar redes y asignar recursos, así como automatizar procesos a través del modelado en un entorno visual (Bernal & Galindo, 2012).

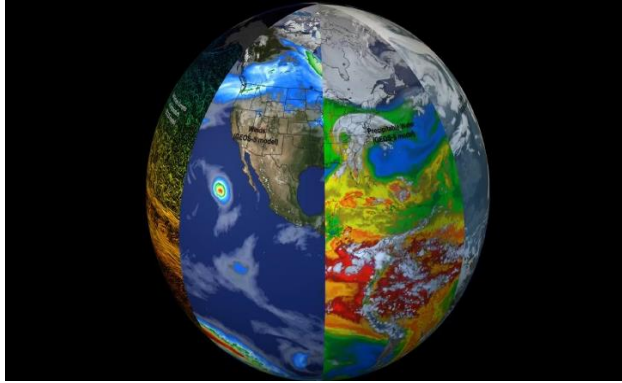


Ilustración 6. Análisis espacial. Fuente: <https://mydasdata.larc.nasa.gov>.

Visualización y cartografía: Mediante una forma más interactiva de mostrar datos en 2D y 3D, visualiza cambios en el tiempo y el espacio que permiten identificar patrones, tendencias y difundir conocimientos a ingenieros, gerentes, clientes, agencias reguladoras y personal de campo (Gutierrez & Rocha, 2020).

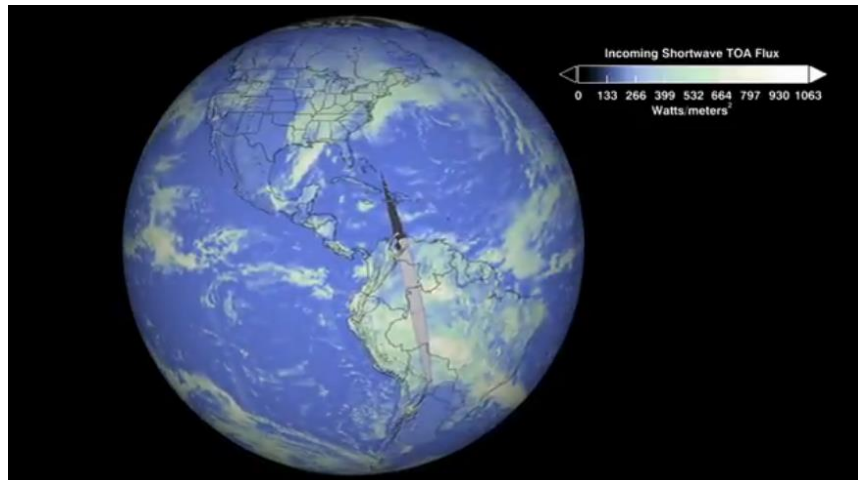


Ilustración 7. Visualización y cartografía. Fuente: <https://mydasdata.larc.nasa.gov>

Gestión de datos espaciales: organiza, administra información geográfica, admite aplicaciones rápidas y eficientes para análisis y visualización, independientemente de la cantidad de datos en la organización. Las empresas almacenan y gestionan de forma segura grandes volúmenes de información espacial y propagan los cambios entre múltiples fuentes de datos (Nieto, 2010).

El uso de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) como herramienta auxiliar en ingeniería civil, cuenta con un potencial tan grande que, a través de contenidos básicos de educación polimodal, permite utilizar el concepto de SIG en el área de las ciencias sociales, como contenido experimental, en el área de Ciencias naturales y tecnologías como procedimientos asociados, que tienen como propósito introducir a profesores y estudiantes en este tema, para que se pueda enseñar e investigar con el uso de SIG. Para lograr este objetivo se analiza el papel de la herramienta en la geografía actual y los posibles procedimientos metodológicos a realizar con ella.

Como el SIG es una herramienta relativamente reciente, existen muchas dificultades para encontrar profesionales con educación formal en el tema y su potencial. Actualmente, hay una etapa en la que las universidades, en general, todavía están iniciando actividades con SIG, con pocos cursos, estructurados principalmente como extensión o especialización. En ciertos lugares, el geoprocесamiento también se ha puesto como énfasis en los cursos de maestría. Pocas iniciativas, restringidas a los cursos de ingeniería cartográfica y geografía, ofrecen una disciplina que incluya el geoprocесamiento en los cursos de pregrado. Entre las aplicaciones del SIG como herramienta auxiliar se encuentran:

Investigar la influencia de la accesibilidad a los sistemas de transporte en la formación de los precios del suelo urbano ocioso, utilizando datos agregados en barrios, en donde se tienen en cuenta datos relacionados con densidad poblacional, niveles de ingresos y tipos de actividades.

Cuantificar y calificar los vacíos urbanos en la ciudad, estudiando los impactos que provocan las clases de terrenos vacíos, sobre los costos de infraestructura urbana y redes de transporte.

Construir un registro técnico de todo el sistema vial y el nombre de cada calle, el mapa de manzanas, líneas y accesibilidad al transporte público, ubicación de semáforos y ocurrencia de accidentes de tránsito, además de la ubicación de áreas verdes y principales edificios públicos.

6 DISEÑO METODOLOGICO

Para la obtención de información relevante relacionada con los Sistemas de Información Geográfica (SIG), fue necesario establecer palabras claves que relacionaran esta tecnología con la ingeniería civil y de esta manera comenzar a correlacionar los avances entre las mismas, y el impacto que causan los SIG en el ámbito de la ingeniería civil. De esta forma se inició una búsqueda de información minuciosa.

La metodología empleada en el desarrollo del documento inicio con una investigación exhaustiva de información obtenida de las siguientes fuentes, Google academic, e investigaciones científicas, que mediante la utilización de palabras claves relacionadas con la ingeniería civil, se logró extraer información relevante para el desarrollo del documento, de esta forma realizar un análisis detallado de los recursos tecnológicos y la implementación de los mismos en la ingeniería civil. Es importante aclarar que el documento presenta información limitada en la aplicación de los sistemas de información en las diferentes áreas de la ingeniería civil, pero ello no implica que las que no se mencionan sean menos importantes (Gomez et al., 2015).

La información obtenida de las fuentes primarias mencionadas, cuenta con un tiempo no mayor de 10 años de publicación, lo que permite contar con datos e información recientes, relacionada con los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

En la primera fase, se llevó a cabo una revisión de la literatura y la recolección de datos relevantes que permitieron obtener información privilegiada relacionada con las diversas aplicaciones del SIG que se están haciendo en la enseñanza a nivel de pregrado y posgrado. Mediante un análisis de informes escritos, específicamente del ámbito académico y científico se logró extraer información concerniente al aprovechamiento de los SIG en el campo de la docencia, como herramienta tecnológica y auxiliar en las diferentes áreas de la ingeniería civil. Sin embargo, es menester mencionar que para obtener la información se recurrió a diversos tipos de documentos como monografías, tesis de grados e investigaciones y a partir de estos se hizo un análisis congruente de los temas mencionados.

La segunda fase consta de la sistematización de la información, la cual es realizada mediante un estudio de la documentación encontrada, que tiene como propósito resaltar la información de forma sencilla, analítica y crítica. Los datos encontrados en el paso mencionado deben tener coherencia con el planteamiento del problema, es decir que deben responder a los interrogantes que en él se plantean. Por tal razón es necesario indagar en los diferentes textos científicos e investigativos, que permitan discutir y analizar lo mejor posible el tema de investigación. En cuanto a la revisión documental realizada se puede indicar que los datos obtenidos son de índole cualitativo, lo que implicó la organización de información de forma tal que las aplicaciones de los SIG en la ingeniería civil fueron la prioridad en el momento de elaborar el documento.

La tercera fase es la interpretación y análisis de la información, mediante una abstracción de datos, que tienen como objetivo canalizar la investigación logrando de esta manera la elaboración

de escritos útiles y provechosos para el tema de estudio. El análisis de los textos debe ser pormenorizado y exhaustivo, de esta manera el documento obtenido podrá contar con resultados lógicos, gracias a la recolección de datos hallados en las fuentes de investigación. La investigación documental, que como es de conocimiento general aplica la técnica cualitativa, logra resultados que recopilan en un solo documento información sobre un tema en particular.

En la imagen siguiente se pueden observar las fases empleadas en la metodología y la función correspondiente de cada una de ellas, lo que permite entender que la revisión bibliográfica es la primera etapa de la metodología y que de ella dependen los resultados de las siguientes fases, es decir que, si la revisión bibliográfica es realizada con detalle y de forma exhaustiva, los resultados obtenidos en las siguientes fases, tendrán un nivel de calidad mucho mayor.

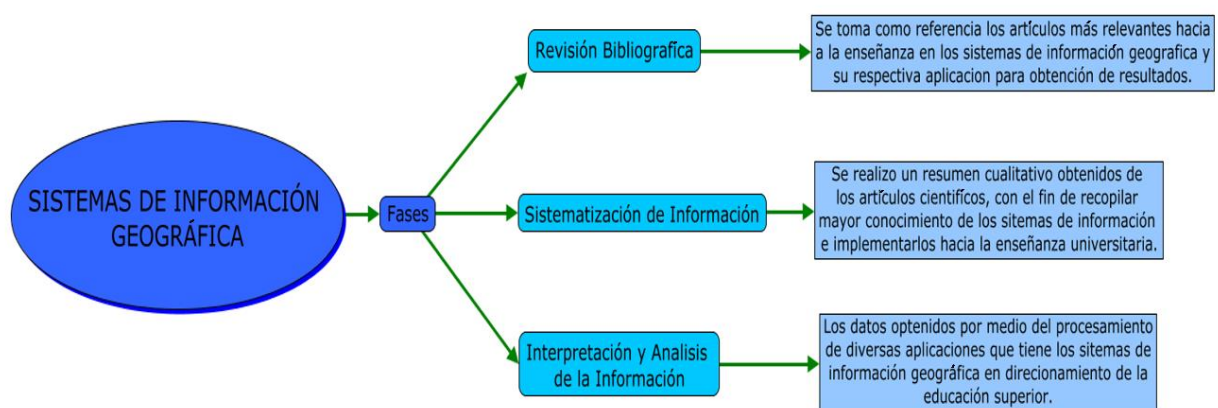


Ilustración 8. Sistemas de Información Geográfica.

7 RESULTADOS

La utilización de los Sistemas de Información Geográfica es importante en el actuar de la ingeniería civil, por tal razón es necesario enfocar el aprendizaje de las tecnologías como apoyo a las tareas relacionadas con este campo, y de esta manera afianzar una toma de decisiones.

Los geólogos utilizan sensores basados en radar para buscar minerales. Los levantamientos Aero fotogramétricos se utilizan para demarcar subdivisiones urbanas o estudios de flujo de tráfico en grandes centros urbanos. La geolocalización es muy utilizada en la demarcación de referencias en proyectos como la construcción de carreteras, puentes y otros edificios. Lo que se pretende indicar en el párrafo anterior, es que, a pesar de no mencionar otras áreas ajenas a la ingeniería civil en el documento, se puede notar que los SIG son una herramienta tecnológica multidisciplinaria, debido a que da solución a las diferentes necesidades de otras áreas profesionales.

Los Sistemas de Información Geográfica gestionan de manera eficiente y rápida situaciones problemáticas, como acciones para combatir accidentes o contener efectos adversos, y ayudar a las poblaciones afectadas en la búsqueda y rescate. No obstante, es importante mencionar que, como resultado final de esta investigación, tendremos una descripción general de las principales aplicaciones y herramientas en SIG que se pueden utilizar para ayudar en proyectos de ingeniería civil.

Los Sistemas de Información Geográfica permiten procesar la información, organizar e integrar diferentes tipos de datos y ayudar en la comprensión de las relaciones espaciales, por lo que son herramientas clave en la simulación y precisión de las transformaciones en un proceso de

planificación y en la correcta toma de decisiones, en las diferentes áreas de la ingeniería civil. (Alonso, 2012).

En Síntesis, los Sistemas de Información Geográfica son una herramienta que permite manejar grandes volúmenes de datos e información, logrando una mejor toma de decisiones y una optimización de tiempo y recursos en las diferentes áreas de la ingeniería civil, que hace de los SIG una herramienta relevante para la enseñanza de los actuales y futuros ingenieros, debido a todos los beneficios que ofrece en la ejecución de actividades relacionadas a la planificación, gestión, diseño, ejecución de obras civiles, etc.

8 PLANIFICACIÓN Y DOCUMENTACIÓN

8.1 Documentación:

Figura 1. Vías terrestres del área de influencia: se puede evidenciar las diferentes clases de vías que se encuentran en el área de estudios y su respectiva interconexión entre las mismas. Lo cual indica en que condición se encuentra, si esta con capa asfáltica o simplemente se encuentra en material particulado.

Figura 2. Cascos Urbanos: Muestra geográficamente la ubicación espacial de los cascos urbanos en la zona de estudio, con el fin de conocer geomorfológicamente la locación que tiene las ciudades y municipios.

Figura 3. Conflicto Ambiental: Se observa la oferta que presenta el suelo en la zona, de esta manera se puede deducir en que parte geográficamente es más rentable realizar

actividades agropecuarias sin tener que suministrar nutrientes excesivos al suelo, lo cual esto produce deterioro al mismo.

Figura 4. Registro gráfico de inmuebles: Para este tipo de actividad constructiva es necesario conocer el plan de ordenamiento territorial que se encuentra en la zona de estudio, ya que si se encuentran en planicies de inundaciones o bien si se encuentra cerca de un afluente hídrico, lo más recomendable es no proseguir el proceso constructivo de bienes inmuebles.

Figura 5. Drenajes Sencillos: Hidrológicamente el área de estudio muestra un patrón de drenaje dendrítico, que es formado por la topología del suelo y tiene un aspecto de enramado, es decir un drenaje de primer orden “el río que nace” vierte en uno de segundo orden y sucesivamente hasta que llega a un río principal.

Figura 6. Análisis espacial: Con la implementación de esta herramienta podemos sintetizar patrones geomorfológicos en tiempo real, obteniendo una información más precisa al momento de asignar recursos humanos y económicos. Consiste en detectar información acerca de un objeto o fenómeno y se utiliza en disciplinas relacionadas con las ciencias de la tierra como la geología, hidrología y geoformas de la corteza terrestre.

Figura 7. Visualización y cartografía: Permite visualizar cambios en modo de tiempo y espacio que presenta la corteza terrestre, ya que esta se encuentra en una transformación constante. Se puede obtener datos en tres dimensiones que ayudan al ingeniero civil realizar procesamiento de la información y llegar a resultados esperados.

9 IMPACTO

Los Sistemas de Información Geográfica brindan a todos los estudiantes, técnicos, investigadores, docentes, etc., la posibilidad de un mayor aprendizaje sobre esta moderna e importante tecnología, el SIG, es una disciplina adecuada en la aplicación del área del transporte, aunque también tiene múltiples usos en otras áreas de la Ingeniería Urbana: urbanismo, saneamiento, geotecnia, medio ambiente entre otros. Sin embargo, es menester mencionar que el impacto que esta geotecnología puede ocasionar es a corto plazo, debido a que el SIG cuenta con una base de datos que permite obtener resultados en el menor tiempo posible, por consiguiente, minimiza recursos y tiempo en cualquier tipo de proyecto público o privado.

Un sistema de información centralizado basado en la plataforma SIG proporciona a los ingenieros civiles la estructura necesaria para actualizar e implementar datos y aplicaciones críticos en todas las etapas del ciclo de vida del diseño de la infraestructura, incluida la planificación y el diseño, la recopilación y gestión de datos, el análisis espacial y la construcción, así como gestión y mantenimiento de operaciones.

Esta arquitectura proporciona las herramientas para crear aplicaciones inteligentes y mejorar el proceso de diseño, ofreciendo a ingenieros, contratistas de construcción, topógrafos y analistas, un repositorio de datos unificado para realizar el trabajo, o el proyecto de interés. El alojamiento centralizado de aplicaciones y datos facilita la gestión, organización e integración de datos geográficos, incluidos datos CAD, de bases de datos existentes para ver, analizar y tomar decisiones.

Los Sistemas de Información Geográfica cuentan con una amplia aplicación en las diversas áreas de la ingeniería civil con extensión a otras carreras. En este nivel los problemas se pueden representar de forma sencilla en fotografías aéreas, tablas, mapas y otros elementos multimedia, lo que ocasiona un gran impacto en el aprendizaje por la facilidad en la adquisición de conocimientos e interpretación de datos para la resolución de problemas.

10 CONCLUSIONES

Este tipo de conocimiento técnico-practico permitirá a los futuros profesionales en ingeniería civil, obtener, analizar y realizar geo-procesamiento de la información en tiempo real sobre del espacio geográfico en zonas homogéneas para analizar diferentes características como son zonas urbanas, uso de tierras, hidrología y geomorfología de los suelos en estudio.

El uso de las herramientas espaciales es de suma importancia para la recolección, obtención y análisis de la información obtenida mediante sensores remotos, el cual es un dispositivo que detecta algún cambio de energía del ambiente físico. Reúne datos mediante ondas electromagnéticas de los fenómenos en el sistema terrestre, arrojando como resultado imágenes para su procesamiento del área de influencia.

11 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, E., & Granell, C. (2013). Sistemas de información geográfica para unidades de información. *Profesional de La Informacion*, 22(1), 80–86. Recuperado de <https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/epi.2013.ene.11/17836>.
- Alonso, F. (2012). Sistemas de Información Geográfica. *Sistemas de Información Geográfica*, 5–

17. Recuperado de [https:// https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf](https://www.um.es/geograf/sigmur/sigpdf/temario.pdf).
- Bernal, R., & Galindo, D. (2012). Cartografía Social Y Sistemas De Información Geográfica. Una Nueva Experiencia En La Educación. *Revista Digital Del Grupo de Estudios Sobre Geografía y Análisis Espacial Con Sistemas de Información Geográfica*, 4(4), 169–186. Recuperado de http://beu.extension.unicen.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/362/BERNAL-GALINDO-carto%20social%20y%20SIG_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Camargo, C., Pacheco, C., & López, R. (2017). Erosión hídrica, fundamentos, evaluación y representación cartográfica: una revisión con énfasis en el uso de sensores remotos y Sistemas de Información Geográfica. *Gestión y Ambiente*, 20(2), 265–280. Recuperado de <http://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/view/epi.2013.ene.11/17836>.
- Cardoza, J. (2017). Aplicaciones De Los Sistemas De Información Geográfica En Ingeniería Civil Utilizando El Software Gv Sig. *Universidad de El Salvador*, 317. Recuperado de <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/12915/>.
- Delgado, D. ;, & Fernández, D. (2017). Los Sistemas De Información Geográfica. Una Revisión. *FAGROPEC - Facultad de Ciencias Agropecuarias*, 9(1), 11–16. Recuperado de <https://www.uniamazonia.edu.co/revistas/index.php/fagropec/article/view/708/728>.
- Gomez, M., Galeano, C., & Jaramillo, D. (2015). El estado del arte: una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423–442. Recuperado de [https:// https://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/RCCS/article/view/1469](https://www.funlam.edu.co/revistas/index.php/RCCS/article/view/1469).
- Gualdrón, D., Villate, J. ;, Reyes, P., & Silva, A. ; (2020). Aplicaciones SIG para la ingeniería. *Ingeniería Civil, Topografía y Construcción*, 162. Recuperado de <https://librosaccesoabierto.uptc.edu.co/index.php/editorial-uptc/catalog/book/144>
- Gutierrez, H., & Rocha, L. (2020). Propuesta de implementación de un modelo conceptual de infraestructura de datos espaciales para el departamento del Meta , Colombia. *Revista Ibérica de Sistemas e Tecnologías de Información*, 90–103. Recuperado de <https://doi.org/10.19053/9789586604680>.
- Montenegro, P. (2019). *Catastro 3D Y su aplicabilidad en el análisis de la reducción del area de cobertura vegetal, en una zona piloto de la ciudad de Bogota*. 1(0), 20–30. Recuperado de https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/4365/Montenegro_C_Pablo_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y.
- Nieto, A. (2010). El uso didáctico de los sistemas de información geográfica en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tejuelo*, 9, 136–161. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3719416>.

- Pardo, S. (2017a). Uso de sistemas de información geográfica (SIG) en la valoración del potencial piscícola a nivel municipal. *Revista Orinoquia*, 21(2), 13–21. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/896/89657629002.pdf>.
- Ramirez, M., & Mora, E. (2014). Analisis de calidad del mapa catastral en Costa Rica utilizando sistemas de informacion geografica (SIG) de licencia publica. *Revista Geografica de America Central*, 53, 173–187. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/4517/451744544008.pdf>.
- Sánchez, N., Comas, R., & García, M. (2019). Sistema Inteligente de Información Geográfica para las empresas eléctricas cubanas. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 27(2), 197–209. Recuperado de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ingeniare/v27n2/0718-3305-ingeniare-27-02-00197.pdf>.
- Solano, C., & Montes, E. (2019). SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS: PROPUESTA DIDÁCTICA PARA LA EDUCACIÓN GEOGRÁFICA. *ANUARIO DE LA DIVISIÓN GEOGRAFÍA* 13, 6(3), 177–194. Recuperado de <https://ri.unlu.edu.ar/xmlui/handle/rediunlu/647>.