



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Sistema de Información Geográfica como herramienta de la
Gestión de Recursos Hídricos: Revisión Sistemática**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORA:

Vera Quilca, Claudia Rocio (ORCID:0000-0002-0888-7780)

ASESOR:

Mgr. Reyna Mandujano, Samuel Carlos (ORCID:0000-0002-0750-2877)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA- PERÚ

2022

DEDICATORIA

A mi madre y padre y familia por el apoyo incondicional brindado todo el tiempo mientras estuve en este camino.

AGRADECIMIENTO

A mi querida familia que con su apoyo y palabras de aliento fueron y son mi inspiración a seguir.

A mis profesores y amigos que me han brindado su conocimiento y ayuda en realizar el trabajo de investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	v
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	v
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA	15
3.1. Tipo y diseño de investigación	15
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización	15
3.3. Escenario de estudio	16
3.4. Participantes.....	16
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	16
3.6. Procedimientos.....	16
3.7. Rigor científico.....	17
3.8. Método de análisis de la información	17
3.9. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
V. CONCLUSIONES	26
VI. RECOMENDACIONES.....	27
REFERENCIAS	28
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Herramientas aplicadas analizadas	18
Tabla N° 2: Aspectos estudiados en la unidad de análisis	22

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura N° 1: Capas de con información georreferenciada.....	7
Figura N° 2: Combinación de dos tipos de datos	8
Figura N° 3: Forma Geoide	9
Figura N° 4: Elipsoide.....	9
Figura N° 5: Delimitación de zonas UTM	10
Figura N° 6: Sistemas de coordenadas geográficas	10
Figura N° 7: Sistema de coordenadas geodésicas.....	11
Figura N° 8: Ciclo para la gestión integral	12
Figura N° 9: Ciclo hidrológico en una cuenca	13

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

SIG: Sistemas de Información Geográfica

UTM: Universal Transversal de Mercator

DEM: Modelo Digital de Elevación

SWAT: Soil and Water Assessment Tool

GIRH: Gestión Integral De Recursos Hídricos

ASTER GDEM: Aster Global Digital Elevation Model

HEC-HMS: Hydrologic Engineering Center-Hydrologic Modeling System

HEC-RAS: Hydrologic Engineering Center - River Analysis System

RESUMEN

Teniendo en cuenta la importancia de los recursos hídricos, su gestión y administración constante para que el recurso sea accesible para todos y para las generaciones futuras, por ello en la actualidad se usa tecnologías, como apoyo en la gestión.

En el desarrollo del trabajo de investigación se planteó como problema general ¿los sistemas de información geográfica pueden ser usados como herramientas en la gestión de recursos hídricos? Y con ello también se planteó como objetivo principal explicar que los SIG son una herramienta eficaz para la gestión de recursos hídricos, realizando así una revisión sistemática que nos ayude a responder nuestros objetivos, llegando a analizar 25 artículos, la recopilación se dio teniendo como fuente paginas oficiales como Scielo, ScienceDirect y Scopus, filtrando los artículos no mayor a 5 años de antigüedad para análisis y recolección de información; y determinando que los SIG son herramientas eficaces para la gestión de recursos hídricos, aplicando los softwares como ArcGis y Qgis y considerando que para aplicar la gestión de recursos hídricos se enfocan en un tipo de recurso como son las cuencas hidrográficas; en todas las investigaciones indican la importancia de la aplicación de sistemas de información geográfica que apoyan en la gestión de los recursos hídricos.

Palabras clave: sistemas de información geográfica, modelamiento, gestión, recursos hídricos, cuenca.

ABSTRACT

Taking into account the importance of water resources, their management and constant administration so that the resource is accessible to all and to future generations, for this reason technologies are currently used as support in management.

In the development of the research work, the general problem was raised: can geographic information systems be used as tools in the management of water resources? And with this, the main objective was also to explain that GIS are an effective tool for the management of water resources, thus carrying out a systematic review that helps us to answer our objectives, analyzing 25 articles, the compilation was given having as a source official pages such as Scielo, ScienceDirect and Scopus, filtering articles no older than 5 years for analysis and information collection; and determining that GIS are effective tools for water resource management, applying software such as ArcGis and Qgis and considering that to apply water resource management they focus on a type of resource such as hydrographic basins; in all the investigations indicate the importance of the application of geographic information systems that support the management of water resources.

Keywords: geographic information systems, modeling, management, water resources, basin

I. INTRODUCCIÓN

El agua es considerada como un elemento vital, valioso, y único para la vida no solo del ser humano sino para la parte biótica y abiótica, y como parte de un ecosistema. Los desarrollos de las ciudades dependen también de que los recursos naturales estén a disposición y es básico que el recurso hídrico este presente, con él se desarrolla la agricultura, ganadería, tecnología, turismo, etc.

En los últimos años ha cambiado el porcentaje de agua dulce que podemos consumir, esto se ha dado junto con los problemas como calentamiento global, otro como la sobreexplotación de recursos que se da dependiendo de la zona, puede ser pérdida de bosques y cobertura vegetal o sobreexplotación de recursos mineros u el otro problema como la sobrepoblación que son consumidores primarios de los recursos y producen a la larga una presión demográfica sobre los recursos. (Burstein Roda, 2018)

Considerando a los humanos como sistemas, estos requieren de un flujo de materia y energía y como parte de una sociedad que es el conjunto de sistemas urbanos y rurales se tiene un flujo constante de agua y este flujo depende de cómo este sistematizado la red de distribución de agua dentro del sistema urbano y también esto influirá en el desarrollo y crecimiento del núcleo urbano o rural. (Pinos, y otros, 2018)

Por la demanda continua del agua en estas últimas décadas se desarrollan leyes, reglamentos e instituciones que velan por el recurso hídrico para que este llegue gestionarse de mejor forma en nuestro territorio, la ley sobre recursos hídricos en el Perú salió en el 2009, en el 2012 se aplicó la política de estado sobre los recursos hídricos, en 2017 la ley N° 30588 menciona que a nivel universal el acceso al agua debe ser progresivo y prioriza su uso para el consumo humano. (Burstein Roda, 2018)

Con el aumento de la población también se incrementó la demanda de tener el servicio de agua potable por ello que la gestión de recursos hídricos impulsa la correcta repartición de recursos, así como su desarrollo para que el recurso se maneje de forma equilibrada, este manejo se debe centrar en la protección, conservación y desarrollo de este recurso. (Guevara Pérez, y otros, 2019)

En base a la realidad situación de nuestro país, se ha observado que el problema de la gestión del recurso hídrico reside en falta de planificación y escasa gobernabilidad del recurso. La gestión integral de recursos por ello busca impulsar y aplicar los modelos de gestión pública e involucrar a las instituciones correspondientes. (Martínez Valdés, y otros, 2018)

En la actualidad, las tecnologías han ayudado en la gestión, análisis o hasta poder predecir, uno de los sistemas que más están involucrados en este tipo de desarrollos son los sistemas de información geográfica cuyas aplicaciones son bastas y multidisciplinarias.

Por ello se considera los sistemas de información geográfica como una herramienta eficaz en la gestión de recursos hídricos, entonces se llega a plantear cómo problema general ¿Los sistemas de información geográfica pueden ser usados como herramientas en la gestión de recursos hídricos?, como problemas específicos: ¿Cuáles son las herramientas aplicadas en la gestión de recursos hídricos usando los sistemas de información geográfica?, ¿Cuál es software más utilizado para la aplicación de los sistemas de información geográfica?, ¿Cuál es el recurso hídrico al que más se aplican los sistemas de información geográfica?.

La investigación que se está justificando, nos permitirá tener conocimiento sobre el uso de los SIG en la gestión de recursos hídricos como una herramienta eficaz, el método que se emplea y más común de ellos y que recurso hídrico es el más utilizado como objeto de estudio.

Para ello se recolectará información en páginas de revistas determinadas para poder llegar a desarrollar nuestros objetivos específicos.

Podemos justificar la investigación mencionando que de manera teórica se justifica en la demostración que los SIG pueden y son aplicados de manera eficiente en la gestión de recursos hídricos, puesto que es una herramienta eficaz para el modelamiento y procesamiento de información georreferenciada, llegando a tener productos que ayuden al manejo integral de los recursos hídricos.

La justificación metodológica se da cuando se demuestra que los SIG son herramientas eficaces en el procesamiento de la información georreferenciada y utilizado en la actualidad en múltiples disciplinas.

Y se busca describir las metodologías utilizadas en la gestión de recursos hídricos usando los SIG como herramienta, como apoyo a futuras investigaciones como referencia para que tengan conocimiento sobre las metodologías utilizadas y sobre la importancia de su aplicación.

Y el objetivo general es: Explicar que los sistemas de información geográfica son una herramienta eficaz para la gestión de recursos hídricos, y como objetivos específicos tenemos como primer objetivo específico: analizar cuáles son las herramientas aplicadas en la gestión de recursos hídricos utilizando los sistemas de información geográfica, como segundo objetivo: analizar cuál es la software más utilizado para la aplicación de sistemas de información geográfica y como tercer objetivo: analizar a que recurso hídrico se aplican los sistemas de información geográfica con mayor frecuencia.

II. MARCO TEÓRICO

Montoya Rojas, et al (2021) mencionan las interrelaciones dentro de una cuenca y como estas se relacionaban con su entorno en ese caso la población urbana, y mencionando como variables de estudio 5 componentes, y cada uno de los componentes interacciona con los demás teniendo un sistema y escenarios diferentes por las variaciones en sus datos.

Gutiérrez López, et al (2021) se aplican los SIG para determinar áreas de mayor vulnerabilidad a la erosión hídrica y de ello poder tomar decisiones acerca de la producción masiva de sedimentos, y confirman la relación entre la existencia de una capa vegetal con la erosión del suelo.

Velez Upegui, et al (2020) para la toma correcta de decisiones es necesario tener información, que en este caso se procesara con los SIG, para generar puntos de monitoreo, y la información que utilizaron es la cantidad, calidad y los sedimentos del agua en una cuenca, y también se considera áreas urbanas cercanas, áreas agrícolas o con usos específicos y así mejorar la gestión del recurso hídrico.

Eudes do Amaral, et al (2020) aplicaron los SIG para determinar mejores ubicaciones para tuberías de agua, y así ayudar a reducir el costo, y la distancia, y no solo para agua sino para acueductos, y se evita pasar por cuerpos de agua y mejorar la ruta, por ello utilizo un modelo digital de terreno y procesamiento en ArcGis.

Santa Ramírez, et al (2020) mencionan la problemática de los deslizamientos que afectan de una forma u otra a la calidad del agua en una cuenca, por ello muestran una metodología q simplifica el análisis de los deslizamientos utilizando imágenes satelitales y ortofotos y mostrando una relación entre la longitud y el ancho.

Sandoval, et al (2021) menciona la importancia de gestionar recursos, para ello es necesario tener conocimiento de que recursos están presentes, por ello utilizaron SIG e imágenes satelitales, se observó buenos resultados en la definición de los cuerpos de agua, más existían errores en la precisión de los cuerpos de agua que tenían poca profundidad, también mencionan la necesidad de hacer los inventarios en época de secas y poder hacer comparaciones.

Hernández Juárez, et al (2020) como unidad de análisis se enfocaron en el agua subterránea, y como esta influye en procesos geológicos, y que es una fuente de agua dulce, se basaron en la teoría de sistemas de flujo para observar la interacción entre los cuerpos de agua, consideran variables como litología, pendiente, vegetación, etc. Ayudando así a desarrollar temas para la conservación de áreas de recarga y descarga.

Salazar Briones, et al (2018) en una cuenca, por diversos factores pueden ocurrir desastres naturales, en el caso de la investigación se trabaja con las inundaciones que llega a ocurrir con mayor frecuencia, para lo que utilizaron programas HEC-HMS y HEC-RAS para evaluar efectos, lo que ayuda a establecer una información base de la cuenca.

Vallejos, et al (2018) utilizaron método de EPM con software ArcGis con imágenes satelitales con la finalidad de encontrar el volumen de sedimentos transportado por la cuenca perteneciente al lago Poopó, el mismo que presenta erosión y pérdida de cobertura vegetal, al concluir observaron que el lago se ve más afectado por la subcuencas que desembocan en el por que acarrear mayor cantidad de sedimentos.

Jarray, et al (2017) analizan el peligro al que es expuesto el agua subterránea que es fuente de agua potable, el peligro se debe a la presencia de un área industrial, y utilizaron los SIG para elaborar mapas temáticos, comprobando la contaminación del agua por la presencia alta de nitratos.

Esper Angillieri, et al (2017) las técnicas de delimitación de cuencas existen desde hace mucho, siendo cada vez más tecnificadas por ello presentaron una comparación entre la técnica manual y automática y aplicaron cuencas con ayuda de los SIG y DEM, concluyendo que varían en el tiempo empleado, mas no en resultados porque ambos usan las divisorias de aguas.

Pardo Carrasco, (2017) también como una actividad productiva a favor de la población a la piscicultura, aplicaron los SIG para determinar áreas óptimas para su desarrollo, con información base ya obtenida e imágenes satelitales, utilizando también variables para el análisis.

Eliete Nazare, et al (2020) es bueno conocer los procesos que se dan en una cuenca por ello en la investigación aplican modelos como SWAT, considerando la producción de sedimentos un problema a largo plazo por que ayuda a la colmatación de cuerpos de agua.

Angulo, et al (2018) para modelar utilizo información de precipitación y modelos d elevación digital, como información base añadiendo el software HEC-HMS y HEC-RAS, como resultado los datos no pasaban del rango crítico, pero el modelo mostro su efectividad pudiendo aplicarse a las subcuencas.

Zambrano, et al (2017) el agua como recurso es vital para el desarrollo de áreas urbanas en crecimiento, por ello analizaron la capacidad de la cuenca en cuanto a la infiltración y las posibles inundaciones, por la geografía del área observaron que el riesgo de inundación era medio, y con altas infiltraciones.

Campos Macedo, et al (2021) muestran la aplicación de SIG e imágenes satélites para evaluar los cambios que se han dado a través del tiempo en los humedales, considerando que la población cercana sigue en constante crecimiento e impactando negativamente en los humedales, dando por conclusión que estos podrían desaparecer para el 2031.

Como reseña histórica se puede mencionar que, en el año 1962, que en esa época era el siglo XIX, donde se crea el primer SIG por Roger Tomlinson considerado como padre de los SIG, en Canadá y gracias a ese desarrollo aparece unos meses después el Instituto de Investigación de Sistemas Ambientales (ESRI) los mismos que desarrollaron aplicaciones para SIG. (Radicelli , y otros, 2019)

Después de las primeras aplicaciones y su eficaz utilidad, se volvió tendencia el utilizar estos sistemas en la valoración de recursos naturales, así como en la planificación del territorio. Y con la observación de la cobertura de la tierra y sus diferencias donde hubo correlaciones entre los fenómenos geográficos y su distribución en el espacio, con ello se inició una relación entre la informática y la cartografía, aunque este último aún no estaba completamente desarrollado.

Para los años 80, junto con avances tecnológicos en ordenadores progresando los SIG incrementaron su popularidad y también se ampliaban sus ámbitos de aplicación. (Siabato, 2018)

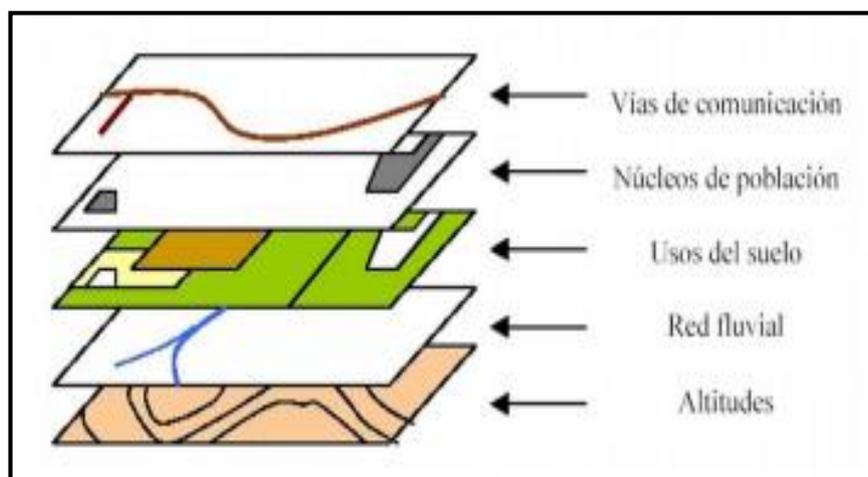
Los SIG han pasado a ser hoy en día herramientas muy eficaces de las ingenierías y también para otras ciencias básicas.

Los sistemas de información al tener varios componentes y aplicaciones también las definiciones varían, siendo en esencia una agrupación de hardware y software que están integrados y permiten trabajar, almacenar y mostrar datos geográficos. (Medina Bernal, 2017)

Un SIG se diferencia de un sistema de información convencional por la sistematización de su información cartográfica que se presenta georreferenciada y en capas distintas, y con entidades básicas como puntos, líneas y polígonos. (Garay Arroyo, 2019)

Los SIG tienen la facilidad de superponer capas de información para poder hacer comparaciones, estas capas tienen información básica georreferenciada. (Gazaba, 2021)

Figura N° 1: Capas de con información georreferenciada



Fuente: (Gazaba, 2021)

La información que es integrada en los SIG, es gráfica y alfanumérica el que se trabaja en un solo sistema y por ello permite la combinación de información.

Figura N° 2: Combinación de dos tipos de datos



Fuente: (Gazaba, 2021)

La información que se ingresa dentro del SIG es digital con datos específicos e información heterogénea y georreferenciada para facilitar su manipulación dentro del sistema por ello se dan dos modelos de datos que son complementarios:

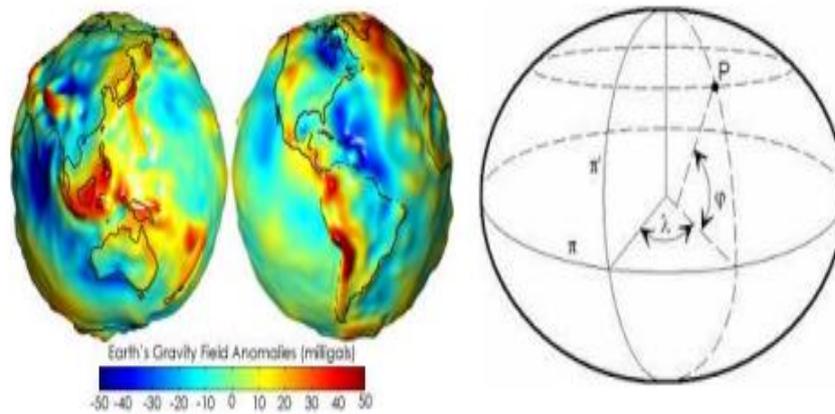
Primero está el **Modelo vectorial**, en este modelo lo que prima son las características o variabilidad de los objetos que componen un medio o área y pasan a ser entidades geométricas. La modelización del espacio geográfico se hace en base a dichas entidades geométricas primitivas que son los puntos, líneas y polígonos. (Pucha Cofrep, y otros, 2017)

Después está el **Modelo raster**, en este modelo se usa como base celdas que están dispuestas en filas y columnas, la información que puede tener la celda es variable, pudiendo ser datos de precipitación, radiación solar, caudal, longitudes de onda, etc. La información de la celda está relacionada con los valores añadidos a estas. (Pucha Cofrep, y otros, 2017)

Los SIG se basan en sistemas de referencia que son formulas muy complejas de las que la importancia radica en que son aplicadas en las plataformas cartográficas que influyen en cómo están dispuestos las entidades geométricas en un espacio.

Geoide. Es como sería teóricamente la forma del planeta, y sin considerar la forma accidentada de elementos geográficos como montañas o valles, esta forma geoide fue diseñada por la gravimetría, ciencia que estudia la gravedad. (Tapia Molina, 2015)

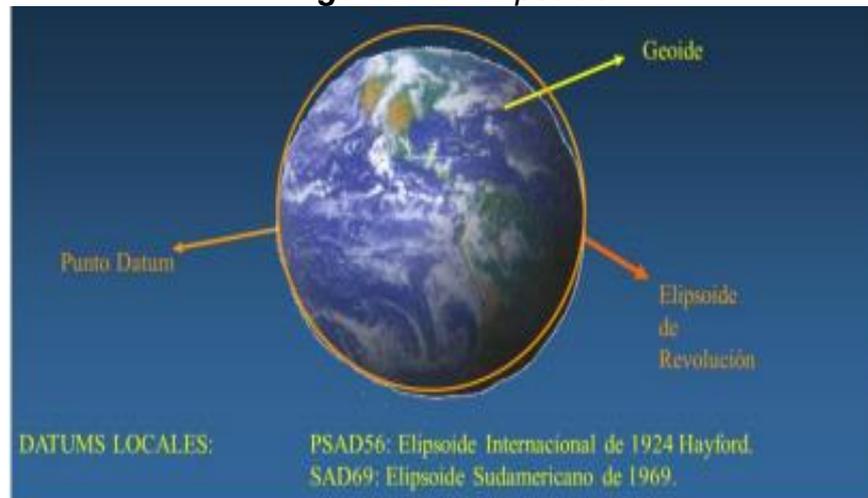
Figura N° 3: Forma Geoide



Fuente: (Tapia Molina, 2015)

Elipsoide de referencia. La figura es la más aproximada al geoides, por ello que ayuda a definir la proyección cartográfica con parámetros matemáticos, y donde se forma la tangente del elipsoide con el geoides se denomina punto Datum. (Tapia Molina, 2015)

Figura N° 4: Elipsoide



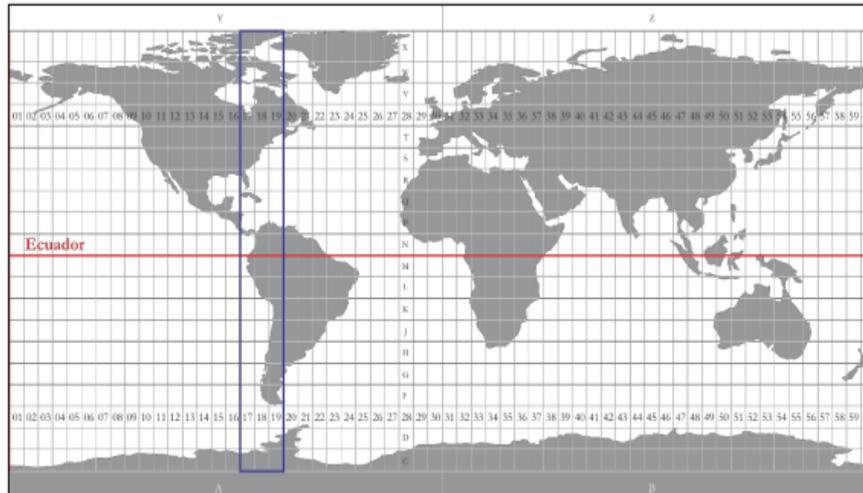
Fuente: (Tapia Molina, 2015)

Existen dos tipos de Datum, el datum local es el que basado en la definición anterior solo serían un punto preciso en un lugar determinado, mientras que el datum geocéntrico usa la gravimetría y por ello son universales ya que su centro es el centro de la tierra. (Tapia Molina, 2015)

Además de la información del datum también es necesario el sistema de proyección.

El sistema de proyección cartográfica utilizado es el UTM que son las sigas de universal transversal de mercator, que se divide en zonas de 6° de longitud y tiene como unidad los metros, teniendo un falso norte: 10 000 000 m y un falso este: 500 000 m y su latitud de origen es: 0°. (DIHIDRONAV, 2020)

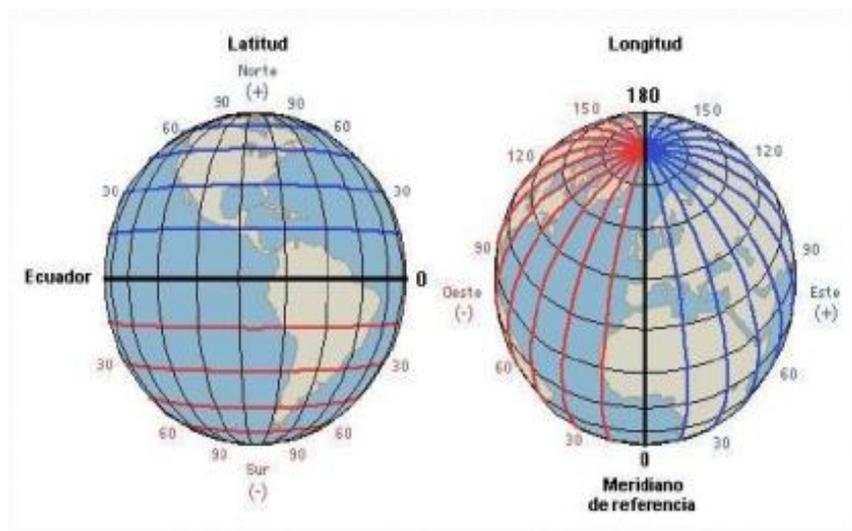
Figura N° 5: Delimitación de zonas UTM



Fuente: (DIHIDRONAV, 2020)

Este sistema tiene dos tipos de coordenadas, las coordenadas geográficas que utilizan como parámetros la latitud y longitud. (DIHIDRONAV, 2020)

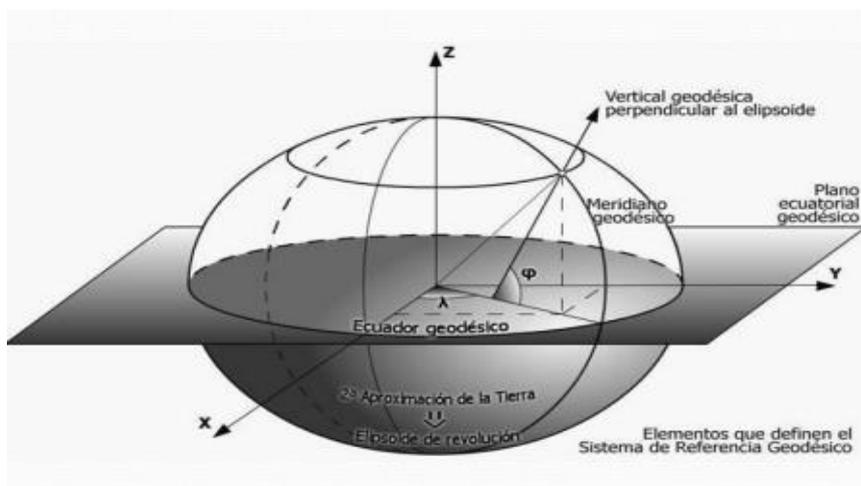
Figura N° 6: Sistemas de coordenadas geográficas



Fuente: (DIHIDRONAV, 2020)

Y las coordenadas geodésicas que no solo utilizan la latitud y longitud sino también la altura. (DIHIDRONAV, 2020)

Figura N° 7: Sistema de coordenadas geodésicas



Fuente: (DIHIDRONAV, 2020)

Pero a pesar de que los softwares que se utilizan para los SIG tienen funciones de dibujo de mapas y elaboración de productos cartográficos, su función principal está realmente relacionada con el análisis y gestión, por ello los SIG se consideran como una herramienta de apoyo en decisiones relacionadas con el manejo de un recurso u organización, proyecto, etc. (Medina Peñaloza, 2020)

Siendo el agua un recurso vital, es importante observar como se ha ido desarrollando la gestión de recursos en este caso del recurso hídrico.

El agua ha ido disminuyendo en calidad y cantidad por ello con el paso del tiempo se ha visto necesario la gestión, no solo a nivel mundial, sino nacional y local y como ejemplos se tiene la incorporación de términos como seguridad hídrica y gestión de recursos hídricos en diferentes tratados, acuerdos e implementación de legislaciones, se ha considerado como un objetivo de desarrollo sostenible.

Cada vez se usa y aplica la gestión de recursos hídricos para aplicar un manejo sobre el recurso y los relacionados con ella, y que tenga efectos en el bienestar social como en el económico. Como con cualquier recurso se debe pensar no solo en que las generaciones de ahora tengan disponibilidad de agua, sino también en las futuras generaciones.

A pesar de reconocer la importancia del agua como recurso y como elemento vital, aun así, se ve afectada en totalidad por la humanidad, por sus actividades y por no

actuar de manera temprana, desarrollo insostenible y falta de gestión. (Carranza Dominguez, 2020)

Es así que el termino gestión de recursos hídricos se originó en los 4 principios que se dieron en Dublín donde se desarrolló la conferencia en 1992, estos 4 principios mencionan que el agua dulce siendo la que es consumible es un recurso que no durara mucho y se ve vulnerable ante el desarrollo del hombre, el desarrollo debe ser un proceso participativo incluyendo la formulación de políticas.

También definen el concepto en la Agenda 21, considerando que la administración del agua sea dándole al recurso agua un valor eco sistémico, social y económico y dependiendo de la calidad y cantidad también se decidirá su uso.

Entonces la gestión maneja el agua superficial y subterránea considerando aspectos cualitativos, cuantitativos y ecológicos, y lo interrelaciona con la necesidad y demanda de la población, e implica decisiones, así como el manejo adecuado del recurso de manera que no haya desequilibrio en la distribución del recurso. (Martínez Valdés, y otros, 2018)

Figura N° 8: Ciclo para la gestión integral



Fuente: (Martínez Valdés, y otros, 2018)

Según la legislación aplicada en el Perú, la ley N° 29338, la ley de recursos hídricos, se aplica en agua de ríos y afluentes, agua de cauces artificiales, la que se acumula de forma natural o artificial, el agua de ensenadas y esteros, en humedales y manglares, en manantiales, de los nevados y glaciares, subterránea geotermal

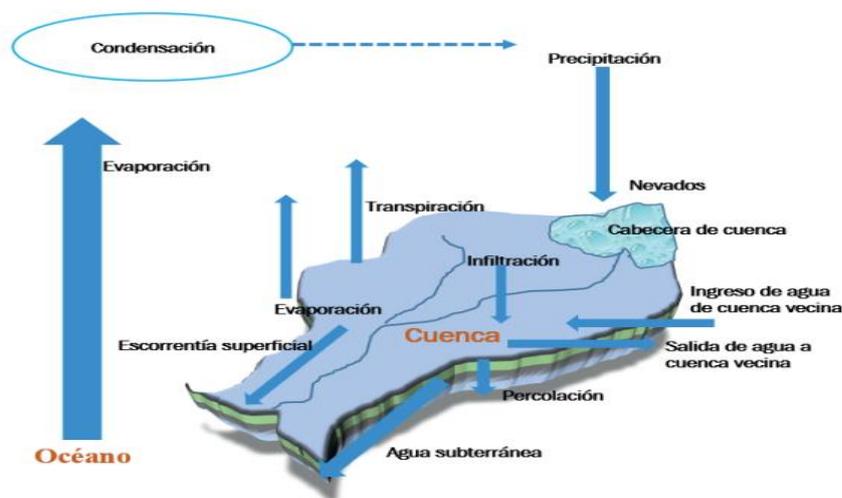
medicinal, atmosférica y de procesos de desalación. La ley también aprueba la demarcación de las cuencas e instrumentos que ayuden a su gestión.

En la ley también se establece que para el uso del agua se haga mediante títulos habilitantes o más comúnmente llamados derechos de uso de agua que menciona la cantidad a usar y la finalidad que se le dará y estos se emitirán por el ANA (Autoridad Nacional del Agua). (Carranza Dominguez, 2020)

La GIRH se promueve en el ámbito de la cuenca donde se debe trabajar con el manejo y desarrollo para que la población la use y aproveche sin arriesgar los ecosistemas que servirán para el futuro con el propósito de apoyar en las decisiones a tomar considerando el uso del agua de una cuenca (Martínez Valdés, y otros, 2018)

La cuenca es la unidad geográfica, de un área determinada donde el agua de la precipitación se reúne y llega a un punto en común, o también puede llegar a depositarse en un río, lago o laguna y hasta el mar. (Zhicay Lombaida, 2020)

Figura N° 9: Ciclo hidrológico en una cuenca



Fuente: (Faustino Manco, 2021)

Una cuenca está compuesta por componentes biológicos que son la flora y fauna presente en el área por ejemplo bosques, animales, etc; el componente físico son los objetos inanimados como el suelo, rocas, subsuelo, etc; el componente socioeconómico son los seres humanos presentes en el área, como comunidades campesinas, poblaciones, ciudades, pueblos que utilizan los recursos de la cuenca para su desarrollo. (Zhicay Lombaida, 2020)

También se compone de elementos: cauce principal, quien es el principal colector de aguas con una longitud considerada desde su nacimiento y desembocadura; los afluentes, ríos secundarios que llegan a desembocar en el cauce principal, y pueden tener su propia subcuenca; divisoria de aguas, delimita dos áreas geográficas separándolas; relieve, formado por las formaciones geológicas como valles, quebradas, etc; y obras humanas, que son intervenciones humanas como viviendas represas, etc. (Cortez Álvarez, 2018)

La cuenca hidrográfica al delimitarse se puede usar como una unidad espacial la que no solo ha sido utilizada por geógrafos sino también añadiendo la importancia ambiental al ser considerada como unidad para el análisis ambiental considerando sus componentes y los procesos ahí desarrollados, así como las interacciones; y donde se puede aplicar el manejo y uso de los recursos y gestionarlos. (Moreira Braz, y otros, 2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación es aplicada, la cual su propósito es resolver problemas planteados para responder los objetivos que se tiene a diferencia de la investigación básica la cual tiene como propósito producir conocimiento y teorías. (Hernandez Sampieri, y otros, 2010)

En cuanto al diseño de investigación considerando que la investigación presenta como objetivo explicar que los SIG son una herramienta eficaz para la gestión de recursos hídricos se recurrirá a un diseño narrativo el que junta información de experiencias o historias de vida y estas se describen y analizan, y según Martens (2005) el estudio narrativo tópico se focaliza en un tema o fenómeno en específico. (Hernandez Sampieri, y otros, 2010)

Considerando los niveles de investigación, la presente investigación es de nivel descriptivo, según Bernal, es uno de los más populares y utilizados en la actividad investigativa, donde se identifican, narran o muestran situaciones, hechos o características de un objeto de estudio mas no se dan explicaciones. (Bernal Torres, 2010)

3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización

Es necesario elaborar un cuadro comparativo que nos ayude a diferenciar de mejor forma los temas de desarrollar, por ello se divide entre categorías, que en si es el mismo tema, y las subcategorías que se refieren a los detalles de dicha categoría; y ambas pueden ser apriorísticas, ósea que pueden hacerse antes del desarrollo en sí de la investigación, o también ser emergentes ósea durante la investigación. (Cisterna Cabrera, 2005)

3.3. Escenario de estudio

La investigación usa artículos científicos para la obtención de información, por ello se considera como escenario de estudio los escenarios que se encuentran en las fuentes de información.

3.4. Participantes

Como participantes es necesario mencionar que siendo una investigación narrativa son necesarias las fuentes de información de determinadas plataformas como Science direct, Scopus, y Scielo los cuales ayudaran a dar respuesta a los objetivos.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Entonces el análisis documental es más adecuado para la investigación ya que se realizará una recolección de artículos científicos, para analizar la información relevante y necesaria y todo plasmado en otro nuevo documento con ya la información filtrada.

Y como instrumento se tiene la ficha de análisis de contenido. (Cisterna Cabrera, 2005)

3.6. Procedimientos

Se realizó un búsqueda y recolección de fuentes en páginas web de artículos científicos como Science direct, Scopus y Scielo. Para ello se utilizaron palabras clave como: sistemas de información geográfica - geographic information systems, modelamiento – modeling, gestión - management, recursos hídricos - water resources, cuenca – basin, buscando información en español e inglés.

Con la información recopilada se tiene que hacer pasar por filtros donde solo queda información precisa necesaria para responder los objetivos, como primer filtro la información debe ser con 5 años de antigüedad, del periodo (2017-2021), como segundo filtro la información debe tener relación con el tema de investigación.

Con la información ya recopilada y seleccionada, se analiza con el instrumento ya presentado.

3.7. Rigor científico

- Consistencia o dependencia lógica: enfoca referirse al entorno donde está para examinar datos similares en el campo e implementar análisis y producir resultados equivalentes.
- Credibilidad: recopilados a través de observaciones y discusiones, que permiten mostrar a los informantes la información como una predicción verdadera de lo que están pensando y sintiendo
- Transferibilidad: los resultados que se den, no se pueden aplicar a otras realidades que no sea por la que se ha planteado en primera instancia, por tanto, depende del contexto.
- Confiabilidad: toma como base que el investigador es neutro, teniendo en cuenta que la recopilación de datos será concreta y permite a corto plazo su análisis y obtención de resultados que la finalizar darán lugar a conclusiones. (Marcos Abundio, 2020)

3.8. Método de análisis de la información

Método de triangulación fue útil para el procesamiento de la información que ya se terminó de seleccionar, considerando así los artículos que tengan relación directa y relevancia con el tema a desarrollar, comparando así los resultados de varios de los autores y llegando a conclusiones propias.

Y también se utiliza la matriz de categorización como parte del método de análisis. (Cisterna Cabrera, 2005)

3.9. Aspectos éticos

En la elaboración del trabajo de investigación se utilizó referencias bibliográficas originales respetando su respectiva autoría y propiedad siendo tomados en cuenta al momento de referenciar el documento.

También se consideró el código de ética de la UCV que tiene como Resolución De Consejo Universitario el documento N° 0262-2020/UCV.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la primera parte de la investigación se definió los objetivos que serán nuestra guía en el camino del desarrollo de la investigación explicando que los SIG son importantes y eficaces herramientas para la gestión de recursos hídricos.

Para determinar las herramientas cuyo uso fue en la gestión de recursos hídricos, se tiene que las fuentes bibliográficas utilizan en la mayoría el modelo digital de elevación, las imágenes satelitales para determinar áreas de estudio o diferenciarlas, y el geo procesamiento de información y la digitalización. Por ello en la tabla nos muestra que en mayor proporción se utiliza el geoprocesamiento de la información.

Tabla N° 1: Herramientas aplicadas analizadas

Artículo	Título	Unidad de análisis	Herramientas aplicadas
(Montoya Rojas, y otros, 2021)	Los componentes ambientales de la cuenca Torca: un insumo para el análisis de los escenarios de variabilidad climática en la ciudad de Bogotá.	Cuenca hidrográfica	Aplicación de ArcGis y geoprocesamiento, para la generación de mapas y análisis espacial.
(Gutierrez Lopez, y otros, 2021)	Estimación de la Erosión Hídrica y el Transporte de Sedimentos en la Cuenca Alta del Río Cuxtepeques, Chiapas.	Cuenca hidrográfica	Se utilizó imágenes multiespectrales de satélites Landsat 3, 5 y 7, y usando Erdas Imagine versión 8.83. también se generó un DEM con software ArcMap 10
(Vélez Upegui, y otros, 2020)	Redesign of a water quantity, quality, and sediment-monitoring network in a tropical region	Agua superficial	Se aplicó el SIG generando mapas con información procesada en ArcGis y superposición de mapas
(Eudes de Amaral, y otros, 2020)	Use of geoprocessing techniques in the optimization of the pipeline alignment of water supply	Agua superficial	Se utilizó ArcMap donde la base de datos es vectorial y raster, también se generó DEM a partir de ortofotos

	systems with the use of a high definition database		
(Santa Ramírez, y otros, 2020)	Correlación de variables morfométricas para deslizamientos en la cuenca del río Combeima, Colombia	Cuenca hidrográfica	Se usó imágenes satelitales, Rapideye y ortofoto, así cámbiense genero DEM y se aplicó el software de gvSIG 2.3,
(Sandoval, y otros, 2020)	Inventario de cuerpos de agua de la Sierra Madre Occidental (México) usando SIG y percepción remota	Agua superficial	Se utilizó 120 imágenes del satélite Sentinel-2, después de tenerlos en formato raster pasan a ser procesados con el software ArcGis 10.7, donde se calculó área y superficie.
(Hernández Juárez, y otros, 2020)	Identificación de zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea en la cuenca del río Ayuquila-Armería mediante el uso de SIG y el análisis multicriterio	Agua subterránea	La obtención de base de datos georreferenciadas y procesadas en ArcGis 10.2 y SAGA GIS 2.1.2, también se utilizó imágenes ASTERGDEM, y el software de IDRISI selva.
(Salazar Briones, y otros, 2018)	Hydrological and hydraulic modeling of an intra-urban river in a transboundary basin using a regional frequency analysis	Cuenca hidrográfica	Se utilizaron SIG como procesador y visualizador de datos geoespaciales, pero también se añadieron extensiones <i>HEC-GeoHMS</i> y <i>HEC-GeoRAS</i> junto con datos de precipitación de estaciones meteorológicas
(Vallejos, y otros, 2018)	Estimación de la tasa sedimentos en la cuenca minera del lago Poopo mediante el modelo potencial de erosión de suelos (EPM) y tendencias ante variaciones climáticas	Cuenca hidrográfica	Se utilizó imágenes Landsat 8 OLI-TIRS, modelo DEM de ASTER GDEM, y procesamiento de la información en un SIG, también para generar mapas temáticos
(Jarray, y otros, 2017)	Groundwater vulnerability based on GIS approach: Case study of Zeuss-Koutine aquifer, South-Eastern Tunisia	Agua subterránea	Se utilizó el software de ArcGis para la recopilación, el procesamiento y el mapeo de datos, también modelo DEM para la pendiente y aplicando el método SINTACS

(Esper Angillieri, y otros, 2017)	Morphometric analysis of river basins using GIS and remote sensing of an Andean section of Route 150, Argentina. A comparison between manual and automated delineation of basins	Cuenca hidrográfica	Se utilizó imágenes satelitales de alta resolución SPOT 5, IKONOS, también datos del Aster GDEMv2, junto con el software ArcGis 10.3
(Pardo Carrasco, 2017)	Uso de sistemas de información geográfica (SIG) en la valoración del potencial piscícola a nivel municipal	Agua superficial	Se utilizó el software SIG ArcView 3.3 y ArcGis 9.2 con los cuales se generó toda la base cartográfica, también se trabajó con el software ERDAS 8.4 para procesar imágenes satelitales
(Fariás, y otros, 2020)	Geostatistical modeling of surface water balance (SWB) under variable soil moisture conditions in the Pao river basin, Venezuela	Cuenca hidrográfica	Se utilizó el software de ArcGis 10.0, así como imágenes satelitales Landsat L8OLI de las que se trabajaron 36 imágenes, y siendo procesadas en ENVI 4.7.
(Eliete Nazaré, y otros, 2020)	Hydrosedimentological modeling in a headwater basin in Southeast Brazil	Cuenca hidrográfica	Se utilizó el software de ArcGis 10.1, se generó modelo DEM, así como mapas base e imágenes satelitales Del satélite Landsat 8
(Angulo, y otros, 2018)	Modelación hidrológica de la cuenca Maylanco utilizando HEC-HMS	Cuenca hidrográfica	La información base era de precipitación y de caudales, también usando la extensión HEC-HM, también se usó el software de ArcGis para geoprocesamiento y generar mapas temáticos.
(Zambrano, y otros, 2017)	A spatial model for evaluating the vulnerability of water management in Mexico City, Sao Paulo and Buenos Aires considering climate change	Cuenca hidrográfica	Se utilizó el software ArcGis 10.1, y modelo DEM junto con información base
(Aceves Quesada, y otros, 2017)	Sistemas de información geográfica y cartografía geomorfológica aplicados al inventario de deslizamientos y	Cuenca hidrográfica	Se utilizó ortofotos, y el software de ArcGis para el geoprocesamiento, así como información base.

	cartografía de susceptibilidad en la cuenca del río El Estado, México		
(Feng, y otros, 2020)	Urban flood hazard mapping using a hydraulic-GIS combined model	Agua superficial	Se utilizó modelo DEM, y el software de ArcGis junto con información base.
(Yongzhang, y otros, 2018)	Remote Sensing and GIS Based Groundwater Potential Zone Mapping in Ariyalur District, Tamil Nadu	Agua subterránea	Se utilizó el software de ArcGis 9.3 e información base ya desarrollada, también imágenes satelitales de IRS-1C, LISS-III
(Campos Macedo, y otros, 2021)	Evolución espacio-temporal de relictos de humedal: el caso del sector de Villa Baja del Sitio Ramsar Los Pantanos de Villa (2003-2019)	Agua superficial	Se utilizó el software de ArcGis para la elaboración de mapas temáticos y procesamiento de información, también imágenes satelitales.
(Boufala, y otros, 2019)	Hydrological modeling of water and soil resources in the basin upstream of the Allal El Fassi dam (Upper Sebou watershed, Morocco)	Cuenca hidrográfica	Utilizaron GDEM-ASTER, junto con el modelo SWAT, aplicando en el software de ArcGis
(Sánchez López, y otros, 2021)	Evaluación del cambio de uso de suelo en un humedal relicto de la costa peruana	Agua superficial	Se utilizaron imágenes satelitales de Google Earth Pro y Landsat 8, y el geoprocésamiento en el software de ArcGis
(Tairi, y otros, 2021)	Mapping soil erosion-prone sites through GIS and remote sensing for the Tifnout Askaoun watershed, southern Morocco	Cuenca hidrográfica	Se usó modelo DEM e imágenes satelitales Landsat 8, y la aplicación del software de ArcGis 10.4 y de ENVI 5.3.
(Radwan , 2021)	Morphometric analysis of Toshka Lakes in Egypt: A succinct review of geographic information systems & remote sensing based techniques	Agua superficial	Se generó un DEM utilizando el software de ArcGis 10.7 y determinar el área de la superficie
(Chakraborty , y otros, 2018)	Modeling of water induced surface soil erosion and the potential risk zone prediction in a sub-tropical watershed of Eastern India	Cuenca hidrográfica	Se utilizó información base, DEM e imágenes satelitales de Landsat 8, todo integrados en el software ArcGis 10.4

Fuente: Elaboración propia

Es necesario indicar que en muchos de los artículos se observó que usaban más de una herramienta por ejemplo empezaban con la obtención de imágenes satelitales, para después generar un DEM (modelo digital de elevación), lo que si se vio como último generan como producto mapas temáticos que les facilita el análisis posterior de la información.

Para el análisis de los softwares, se observa que en el 95.6% de artículos el software utilizado es el ArcGis, pero también se observa en Hernández Juárez, et al (2020) utilizaron el ArcGis y el SAGA Gis, existen varios softwares de procesamiento de información cartográfica gratuitas pero muy poco conocidas y ello implica capacitación y estudio software, lo cual requiere tiempo, por lo que las personas se inclinan a lo ya conocido y del que ya se tiene mayor información.

Para el análisis de los recursos hídricos usados como unidad de análisis en los artículos de revisión, se dividieron en cuencas hidrográficas, agua subterránea y agua superficial, pero este análisis también indicara a que aspecto de estos recursos hídricos se aplicaron las investigaciones:

Tabla N° 2: Aspectos estudiados en la unidad de análisis

Articulo	Titulo	Unidad de análisis	Aspectos estudiados
(Montoya Rojas, y otros, 2021)	Los componentes ambientales de la cuenca Torca: un insumo para el análisis de los escenarios de variabilidad climática en la ciudad de Bogotá.	Cuenca hidrográfica	Analizaron componentes ambientales que afectan dinamismo existente dentro de la cuenca, como componentes atmosféricos, componente hidrosferico, componente geosferico, componente biosferico y componente antroposferico.
(Gutierrez Lopez, y otros, 2021)	Estimation of Water Erosión and the Transportation of Sediments in the Upper Basin of Cuxtepeques River, Chiapas, Mexico.	Cuenca hidrográfica	Se estudió la erosibilidad de suelo y como esta influye en la escorrentía y velocidad en la que se da el flujo.
(Vélez Upegui, y otros, 2020)	Redesign of a water quantity, quality, and sediment-monitoring network in a tropical region	Aguas superficiales	Se aplicó el SIG buscando mejorar la distribución de redes hídricas, obteniendo la información de la cantidad, calidad y sedimentos y generando macro ubicación de estaciones requeridas.

(Eudes de Amaral, y otros, 2020)	Use of geoprocessing techniques in the optimization of the pipeline alignment of water supply systems with the use of a high definition database	Aguas superficiales	Se utilizó información base para determinar mejor ruta de un tubería, reduciendo costos ya que la ruta es más corta que la propuesta anteriormente.
(Santa Ramírez, y otros, 2020)	Correlación de variables morfométricas para deslizamientos en la cuenca del río Combeima, Colombia	Cuenca hidrográfica	El análisis le permitió definir deslizamientos presentes en la cuenca, los que no se podían determinar por la inaccesibilidad.
(Sandoval, y otros, 2020)	Inventario de cuerpos de agua de la Sierra Madre Occidental (México) usando SIG y percepción remota	Aguas superficiales	Se usó imágenes satelitales y SIG para determinar el número y área de los cuerpos de agua.
(Hernández Juárez, y otros, 2020)	Identificación de zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea en la cuenca del río Ayuquila-Armería mediante el uso de SIG y el análisis multicriterio	Agua subterránea	Utilizando información base buscaba identificar zonas de recarga y descarga de agua subterránea en un cuenca, usando variables como litología, pendiente, suelo, precipitación, vegetación.
(Salazar Briones, y otros, 2018)	Hydrological and hydraulic modeling of an intra-urban river in a transboundary basin using a regional frequency analysis	Cuenca hidrográfica	Se utilizó información geoespacial y softwares de modelado, para identificar zonas de inundación sobre el cauce principal de la cuenca
(Vallejos, y otros, 2018)	Estimación de la tasa sedimentos en la cuenca minera del lago Poopó mediante el modelo potencial de erosión de suelos (EPM) y tendencias ante variaciones climáticas	Cuenca hidrográfica	Se determina mediante softwares y ecuaciones la tasa de erosión potencial que se tiene en toda la cuenca y de sedimentación en la cuenca y las sub cuencas
(Jarray, y otros, 2017)	Groundwater vulnerability based on GIS approach: Case study of Zeuss-Koutine aquifer, South-Eastern Tunisia	Agua subterránea	Evaluó la vulnerabilidad de las aguas subterráneas utilizando la metodología SINTACS utilizando 7 parámetros ambientales.
(Esper Angillieri, y otros, 2017)	Morphometric analysis of river basins using GIS and remote sensing of an Andean section of Route 150, Argentina. A comparison between manual and automated delineation of basins	Cuenca hidrográfica	Se definió cuencas hidrográficas comparando el método manual con el automático

(Pardo Carrasco, 2017)	Uso de sistemas de información geográfica (SIG) en la valoración del potencial piscícola a nivel municipal	Agua superficial	Para determinar el potencial piscícola en un área determinada y ayuda a la toma de decisiones futuras a cerca de la actividad.
(Fariás, y otros, 2020)	Geostatistical modeling of surface water balance (SWB) under variable soil moisture conditions in the Pao river basin, Venezuela	Cuenca hidrográfica	Utilizando información base determinaron que había recarga de agua en puntos extremos de la cuenca y con el abastecimiento de embalses para la población
(Eliete Nazaré , y otros, 2020)	Hydrosedimentological modeling in a headwater basin in Southeast Brazil	Cuenca hidrográfica	Se delimito las subcuencas presentes y la producción de sedimentos en ellas para poder trabajar en las que tienen mayor prioridad en trabajos de conservación de suelo y agua
(Angulo, y otros, 2018)	Modelación hidrológica de la cuenca Maylanco utilizando HEC-HMS	Cuenca hidrográfica	Se analizó los caudales por medio de una modelación hidrológica, y poder así conocer características hidrológicas de la cuenca.
(Zambrano, y otros, 2017)	A spatial model for evaluating the vulnerability of water management in Mexico City, Sao Paulo and Buenos Aires considering climate change	Cuenca hidrográfica	Determinan el riesgo que puede tener un riesgo de inundación en determinadas áreas en 3 diferentes países
(Aceves Quesada, y otros, 2017)	Sistemas de información geográfica y cartografía geomorfológica aplicados al inventario de deslizamientos y cartografía de susceptibilidad en la cuenca del río El Estado, Pico de Orizaba, México	Cuenca hidrográfica	Se identificó áreas de deslizamiento mencionando que las variables más influyentes son la altitud, pendiente, curvatura del terreno, geología y uso del suelo.
(Feng, y otros, 2020)	Urban flood hazard mapping using a hydraulic-GIS combined model	Agua superficial	Se aplicó los SIG para determinar áreas propensas a inundaciones
(Yongzhang, y otros, 2018)	Remote Sensing and GIS Based Groundwater Potential Zone Mapping in Ariyalur District, Tamil Nadu	Agua subterránea	Se buscó áreas donde se pudiera aprovechar potencialmente el agua subterránea usando SIG e imágenes satelitales
(Campos Macedo, y otros, 2021)	Evolución espacio-temporal de relictos de humedal: el caso del sector de Villa Baja del Sitio Ramsar Los Pantanos de Villa (2003-2019)	Agua superficial	Se determinó la relación entre el incremento de áreas urbanas y reducción del área del humedal en un sitio Ramsar.
(Boufala, y otros, 2019)	Hydrological modeling of water and soil resources in the basin upstream of the Allal El Fassi dam (Upper Sebou watershed, Morocco)	Cuenca hidrográfica	Se desarrolló un modelo hidrológico que ayuda a comprender el balance hídrico, considerando datos de precipitación, evapotranspiración y caudal.

(Sánchez López, y otros, 2021)	Evaluación del cambio de uso de suelo en un humedal relicto de la costa peruana	Agua superficial	Se observa la pérdida de vegetación, incremento de áreas urbanas que afectan directamente al humedal y su pérdida de área.
(Tairi, y otros, 2021)	Mapping soil erosion-prone sites through GIS and remote sensing for the Tifnout Askaoun watershed, southern Morocco	Cuenca hidrográfica	Debido a los factores ambientales q afectan a la cuenca, se observa la degradación de suelos y se genera información que las áreas más vulnerables.
(Radwan , 2021)	Morphometric analysis of Toshka Lakes in Egypt: A succinct review of geographic information systems & remote sensing based techniques	Agua superficial	Analizo la morfometria para analizar la fluctuación de los humedales, y determinar factores externos que pueden afectar
(Chakraborty , y otros, 2018)	Modeling of water induced surface soil erosion and the potential risk zone prediction in a sub-tropical watershed of Eastern India	Cuenca hidrográfica	Determino la pérdida de suelo en la cuenca por factores externos y antropogénicos, y se determinó las áreas más vulnerables.

Fuente: Elaboración propia

Se observa que en el 56% de los trabajos de investigación se observa que la unidad de análisis aplicada es la cuenca hidrográfica, como se observa en Montoya Rojas, y otro, 2021 donde utilizan componentes ambientales internos y externos que afectan a los procesos dentro de la cuenca, un tema recurrente de estudio dentro de las cuencas hidrográficas como muestra en Santa Ramírez, y otros, 2020, son los estudios de deslizamientos o erosión de suelos, o también para determinar áreas vulnerables dentro de una cuenca como en Salazar Briones, y otros, 2018; y en un 32% de los trabajos de investigación la unidad de análisis es el agua superficial que en Campos Macedo, y otros, 2020, muestran que se puede determinar áreas de cuerpos de agua y como estas se reducen en el transcurso de tiempo.

V. CONCLUSIONES

Como herramientas aplicadas, se tienen las imágenes satelitales de los cuales, los del satélite Landsat son más utilizados, y que se complementan de la mejor manera con los modelos de elevación digital para generar mayor información, también se observó que la información base puede ser generada como también obtenida de instituciones públicas o privadas en forma de mapas o estadísticas.

También en el análisis se tiene como software más utilizado el software de ArcGis, como se ve en la tabla N°1, y su influencia es a nivel mundial, y el recurso hídrico usado en la mayoría de los casos como unidad de estudio, se tiene la cuenca hidrográfica, que se ve afectada cada vez más por la intervención del hombre y la falta de gestión de la autoridad competente.

Los SIG muestran su importancia y amplia aplicación en la gestión de recursos hídricos, así como ser herramientas eficaces, pero la realidad nacional es que esta herramienta no se aplica, pudiendo ser aplicados para mejorar, planificar y gestionar estos recursos que es necesario para tener un desarrollo sostenible a futuro.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda difundir más la aplicación y uso de los SIG para facilitar la gestión de recursos hídricos y considerar que es necesario orientar a la población a tomar conocimiento sobre la importancia del agua y su pérdida continua.

Es recomendable que las instituciones de rango público y/o las que son privadas del país vean la necesidad de incorporar los sistemas de información geográfica en las áreas donde sea necesario la gestión de recursos para facilitar el procesamiento de la información y tomar mejores decisiones que ayuden a la población.

La aplicación de softwares de SIG y personas capacitadas debería ser necesario hasta en las municipalidades locales donde en muchos de los casos la información se encuentra desactualizada, desordenada y utilizada de manera ineficiente.

REFERENCIAS

- Aceves Quesada, José Fernando, y otros. 2016. *sistemas de información geográfica y cartografía geomorfológica aplicados al inventario de deslizamientos y cartografía de susceptibilidad en la cuenca del río El Estado, Pico de Orizaba, México*. Mexico : Science Direct, 2017. ISSN 2448-7279, núm. 91. Disponible en: <https://doi.org/10.14350/rig.46503>
- Angulo, Mario A. y Saavedra, Oliver C. . 2018. *Modelacion hidrológica de la cuenca Maylanco utilizando HEC-HMS*. Bolivia : Scielo, 2018. versión impresa ISSN 1814-6333versión On-line ISSN 2518-4431. Inv. y Des. vol.18 no.1. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.23881/idupbo.018.1-4i>
- Bernal Torres, Cesar Augusto. 2010. *Metodología de la investigación*. Colombia : Pearson Educacion, 2010.
- Boufala, M'hamed, y otros. 2019. Hydrological modeling of water and soil resources in the basin upstream of the Allal El Fassi dam (Upper Sebou watershed, Morocco). Marruecos : Earth Syst. Environ. 5, 1163–1177, 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40808-019-00621-y>
- Burstein Roda, Tania. 2018. Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. Lima : Scielo, 2018. ISSN . Disponible en: <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3641>
- Campos Macedo, Jorge Alberto , Huachaca Pozo, Josselin y Morales Núñez, Paulo César . 2021. Evolución espacio-temporal de relictos de humedal: el caso del sector de Villa Baja del Sitio Ramsar Los Pantanos de Villa (2003-2019). Peru : South Sustainability, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.21142/SS-0202-2021-ac001>
- Carranza Dominguez, Alessandra Ximena. 2020. La gestión de recursos hídricos en un escenario de escasez hídrica como consecuencia del cambio climático. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2020. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/16028>
- Chakraborty , Rabin y Pal, Subodh Chandra. 2018. Modeling of water induced surface soil erosion and the potential risk zone prediction in a sub-tropical watershed of Eastern India. India : Modeling Earth Systems and Environment, vol 5, pp 369–393, 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s40808-018-0540-z>
- Cisterna Cabrera, Francisco. 2005. Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación. Chile : Sistema de Información Científica Redalyc, 2005. ISSN: 0717-196X. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/299/29900107.pdf>
- Cortez Álvarez, Julio . 2018. Plan de manejo de la parte baja de la cuenca del Río Lauca. La Paz : Municipio de Chipaya, 2018. Disponible en: <https://chipaya.org/wp-content/uploads/2018/07/GVC-LIBRO-MANEJO-DE-CUENCAS-1-1.pdf>

DIHIDRONAV. 2020. NORMAS TÉCNICAS HIDROGRAFICAS N°44. Perú: MINISTERIO DE DEFENSA, 2020. Disponible en: <https://www.dhn.mil.pe/files/pdf/normas-tecnicas/NormasTecnicasHidrograficasN%C2%B044.pdf>

Eliete Nazaré , Eduardo Mauri, y otros. 2020. Hydrosedimentological modeling in a headwater basin in Southeast Brazil. Brazil: Scielo Brazil, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20200047>.

Esper Angillieri, María Yanina y Fernández, Oscar Mario. 2017. Morphometric analysis of river basins using GIS and remote sensing of an Andean section of Route 150, Argentina. A comparison between manual and automated delineation of basins. Argentina: Scielo, 2017. versión On-line ISSN 2007-2902versión impresa ISSN 1026-8774 Rev. mex. cienc. geol vol.34 no.2. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1026-87742017000200150&lang=es

Eudes de Amaral, Francisco, Almir Cirilo, José y Ribeiro Neto, Alfredo. 2020. Use of geoprocessing techniques in the optimization of the pipeline alignment of water supply systems with the use of a high definition database. Brasil: Scielo, 2020. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522020193734>

Fariás, Bettys, y otros. 2020. Geostatistical modeling of surface water balance (SWB) under variable soil moisture conditions in the Pao river basin, Venezuela. Venezuela: Scielo, 2020. Print version ISSN 0012-7353On-line version ISSN 2346-2183. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v87n213.84446>

Faustino Manco, Jorge. 2021. Aportes para una metodología para la identificación, delimitación y zonificación de cabeceras de cuenca que requieren de protección. Lima: Instituto de Promoción para la Gestión del Agua, 2021. Disponible en: <https://cooperacion.org.pe/wp-content/uploads/2021/05/folleto-revision-alta.pdf>

Feng, Boy, y otros. 2020. Urban flood hazard mapping using a hydraulic–GIS combined model. Canadá: s.n., 2020. Natural Hazards volume 100, pages1089–1104. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11069-019-03850-7>

Garay Arroyo, José Alfonso. 2019. Sistema de Información Geográfica para la Gestión de Información de Planes Urbano Territoriales. Lima: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES, 2019. Disponible en: <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/1300>

Gazaba, Federico Javier. 2021. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica con QGIS. Pergamino: s.n., 2021. Disponible en: <https://pergamino.gob.ar/descargas/introduccion-a-los-sig-con-qgis.pdf>

Guevara Pérez, Edilberto y Amador De La Torre Villanueva, Abelardo. 2019. Gestión integrada de los recursos hídricos por cuenca y cultura del agua. Perú: Autoridad Nacional del Agua, 2019. Disponible en: <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4302>

Gutierrez López, Ricardo, y otros. 2021. Estimación de la Erosión Hídrica y el Transporte de Sedimentos en la Cuenca Alta del Río Cuxtepeques. Chiapas. México: Scielo, 2021. Versión impresa ISSN 1794-1237 Versión en línea ISSN 2463-0950. Disponible en: <https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1445>

Hernández Juárez, Rodrigo Alejandro, y otros. 2020. Identificación de zonas potenciales de recarga y descarga de agua subterránea en la cuenca del río Ayuquila-Armería mediante el uso de SIG y el análisis multicriterio. México: Scielo, 2020. versión On-line ISSN 2448-7279 versión impresa ISSN 0188-4611 no.101. Disponible en: <https://doi.org/10.14350/rig.59892>

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar. 2010. Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill, 2010.

Jarray, Hanen, y otros. 2017. Groundwater vulnerability based on GIS approach: Case study of Zeuss-Koutine aquifer, South-Eastern Tunisia. Tunisia: Scielo Geofís. Intl vol.56 no.2, 2017. versión impresa ISSN 0016-7169. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-71692017000200157&lang=es

Marcos Abundio, Marcelo Briceño. 2020. Revisión sistemática: La teledetección como instrumento para el ordenamiento territorial. Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, 2020. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/65028>

Martínez Valdés, Yaset y Villalejo García, Víctor Michel. 2018. La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. La Habana: Scielo, 2018. ISSN 1680-0338. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382018000100005

Medina Bernal, Daniel Esteban. 2017. Empleo de Sistemas de Información Geográfica para el Análisis de Problemas Espaciales. Colombia: Ciencia, Innovación Y Tecnología, 2017. Disponible en: <https://revista.jdc.edu.co/index.php/rciyt/article/view/69>

Montoya Rojas, Grace Andrea y Rivera Marroquín, Michael Esteban. 2021. Los componentes ambientales de la cuenca Torca: un insumo para el análisis de los escenarios de variabilidad climática en la ciudad de Bogotá. Bogotá: Scielo, 2021. ISSN 0123-4226. Disponible en: <https://doi.org/10.31910/rudca.v24.n1.2021.1833>

Moreira Braz, Adalto, y otros. 2019. Manejo integrado de cuencas hidrográficas: posibilidades y avances en los análisis de uso y cobertura de la tierra. Colombia: Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, 2019. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcg/article/view/76232>

Pardo Carrasco, Sandra C. 2017. Uso de sistemas de información geográfica (SIG) en la valoración del potencial piscícola a nivel municipal. Colombia: Scielo, 2017. On-line version ISSN 0121-3709 vol.21 no.2. Disponible en: <https://doi.org/10.22579/20112629.413>

Pinos, Juan y Malo Larrea, Antonio. 2018. El derecho humano de acceso al agua: una revisión desde el Foro Mundial del Agua y la gestión de los recursos hídricos en Latinoamérica. Ecuador: Universidad de Sonora, 2018. Disponible en: <https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/11509>

Pucha Cofrep, Franz, y otros. 2017. Fundamentos de SIG. 2017. ISBN 978-9942-28-901-8. Disponible en: http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/libro_sig.pdf

Radicelli, Ciro, y otros. 2019. Sistemas de información geográfica y su aplicación en las ciencias sociales: una revisión bibliográfica. Riobamba: Scielo, 2019. ISSN 2550-6722. Disponible en: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2550-67222019000200024&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Radwan, Abd Ellah. 2021. Morphometric analysis of Toshka Lakes in Egypt: A succinct review of geographic information systems & remote sensing based techniques. Egypt: Egyptian Journal of Aquatic Research Volumen 47, número 2, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2021.05.005>

Salazar Briones, Carlos, y otros. 2018. Hydrological and hydraulic modeling of an intra-urban river in a transboundary basin using a regional frequency analysis. México: Scielo, 2018. versión On-line ISSN 2007-2422 vol.9 no.4. Disponible en: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-04-03>

Sánchez López, Zaida Margot, Millones, Leslye y Ordoñez, Jazmin. 2021. Evaluación del cambio de uso de suelo en un humedal relicto de la costa peruana. Perú: South Sustainability, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.21142/SS-0201-2021-e027>

Sandoval, Sarahi, Escobar Flores, Jonathan Gabriel y Sánchez Ortiz, Eduardo. 2020. Inventario de cuerpos de agua de la Sierra Madre Occidental (México) usando SIG y percepción remota. México: Scielo, 2020. versión On-line ISSN 2448-7279 versión impresa ISSN 0188-4611 no.102. Disponible en: <https://doi.org/10.14350/rig.59975>

Santa Ramírez, Gabriel, y otros. 2020. Correlación de variables morfométricas para deslizamientos en la cuenca del río Combeima, Colombia. Colombia: Scielo, 2020. Print version ISSN 1794-9165 vol.16 no.31. Disponible en: <https://doi.org/10.17230/ingciencia.16.31.7>

Siabato, Willington. 2018. Sobre la evolución de la información geográfica: las bodas de oro de los SIG. Bogotá: Scielo, 2018. ISSN 2256-5442. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-215X2018000100001

Tairi, Abdellaali, y otros. 2021. Mapping soil erosion-prone sites through GIS and remote sensing for the Tifnout Askaoun watershed, southern Morocco. Marruecos: Arab J Geosci, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12517-021-07009-2>

Tapia Molina, Guillermo. 2015. "Conceptos Básicos de Georreferencias y su utilización en las labores de la Dirección General de Aguas. Santiago de Chile: GOBIERNO DE CHILE, 2015. Disponible en: <http://snia.mop.gob.cl/sad/SIS5780.pdf>

Vallejos, Pedro, Zamora, Gerardo y Joan, Jorge. 2018. Estimación de la tasa de sedimentos en la cuenca minera del lago Poopó mediante el modelo potencial de erosión de suelos (EPM) y tendencias ante variaciones climáticas - Uso de herramientas SIG y teledetección. Departamento de Oruro (Bolivia): Revista de Medio Ambiente y Minería, (4), 50-67. Scielo, 2018. versión impresa ISSN 2519-5352 no.4. Disponible en: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2519-53522018000100005&lang=es

Vélez Upegui, Jorge Julián, y otros. 2020. Redesign of a water quantity, quality, and sediment-monitoring network in a tropical region. Colombia: Scielo, 2020. Print version ISSN 0120-6230 On-line version ISSN 2422-2844. Disponible en: <https://doi.org/10.17533/udea.redin.20191150>

Yongzhang, Zhou, y otros. 2018. Remote Sensing and GIS Based Groundwater Potential Zone Mapping in Ariyalur District, Tamil Nadu. India: Revista de la Sociedad Geológica de la India, 2018. Vol.92, pp.484-490. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s12594-018-1046-z>

Zambrano, Luis, Pacheco Muñoz, Rodrigo y Fernández, Tania. 2017. A spatial model for evaluating the vulnerability of water management in Mexico City, Sao Paulo and Buenos Aires considering climate change. s.l.: Science Direct, 2017. ISSN 2213-3054. Volume 17. Pages 1-12. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ancene.2016.12.001>

Zhicay Lombaida, Jairo Israel. 2020. Caracterización morfométrica y estudio hidrológico de la microcuenca del río San Francisco, Cantón Gualaceo. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2020. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18364/1/UPS-CT008684.pdf>

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de operacionalización de variables

PROBLEMA GENERAL	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CATEGORÍAS	SUB CATEGORÍAS	CRITERIO 1	CRITERIO 2
¿Los sistemas de información geográfica pueden ser usados como herramientas en la gestión de recursos hídricos?	¿Cuáles son las herramientas aplicadas en la gestión de recursos hídricos utilizando los sistemas de información geográfica?	Explicar que los sistemas de información geográfica son una herramienta eficaz para la gestión de recursos hídricos	Analizar cuáles son las herramientas aplicadas en la gestión de recursos hídricos utilizando los sistemas de información geográfica	Herramientas de los sistemas de information geografica	Modelos digitales de elevación Imágenes satelitales Geoprocesamiento	De acuerdo al tipo de herramienta aplicado	De acuerdo al tipo de metodología utilizada
	¿Cuál es software más utilizado para la aplicación de los sistemas de información geográfica?		Analizar cuál es el software más utilizado para la aplicación de sistemas de información geográfica.	Software	ArcGis QGIS SAGA GIS GRASS GIS gvSIG	De acuerdo al tipo de software aplicado	De acuerdo a los estudios científicos
	¿Cuál es el recurso hídrico al que más se aplican los sistemas de información geográfica?		Analizar a que recurso hídrico se aplican los sistemas de información geográfica con mayor frecuencia.	Unidad de análisis	Cuencas hidrográficas Agua subterránea Agua superficial	De acuerdo a la unidad analizada	De acuerdo a la problemática observada

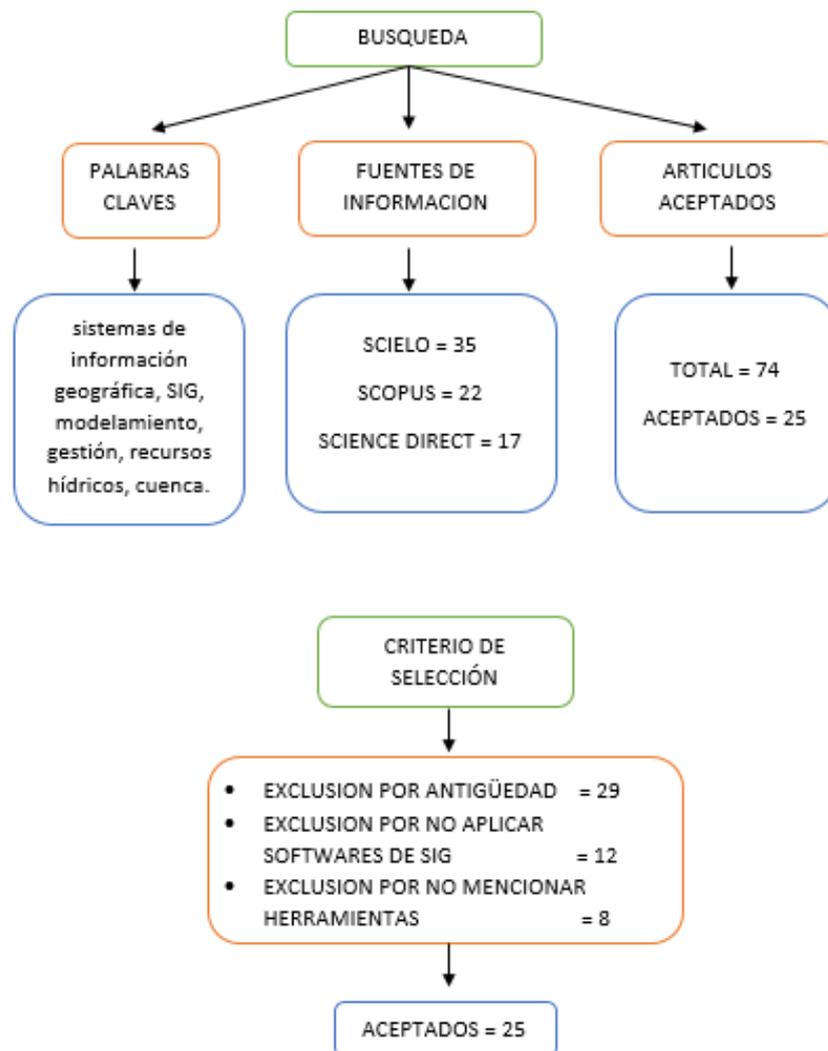
Fuente: Elaboración propia

Anexo N°2: Instrumento de recolección de datos

 UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	
FICHA DE ANÁLISIS DE CONTENIDO	
Informacion del documento:	Autor:
	Año de publicacion:
	Pais o Lugar:
	Titulo:
Software aplicado:	
Herramienta aplicada:	
Unidad de analisis:	
Resultados:	
Conclusiones:	
Palabras clave:	sistemas de información geográfica - geographic information systems, SIG, modelamiento - modeling, gestión - management, recursos hídricos - water resources, cuenca - basin

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 3: Recopilación de información



Fuente: Elaboración propia