

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ZONIFICACIÓN DE ÁREAS
INUNDABLES UTILIZANDO SOFTWARES
COMPUTACIONALES. UNA REVISIÓN
SISTEMATICA”.

Trabajo de investigación para optar al grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil



Autores:

Carlos Enrique Benito García Guevara
Carlos Alexander León Angulo

Asesor:

Ing. Orlando Aguilar Aliaga
Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

A Dios por haberme cuidado y darme fuerzas para continuar a pesar de las adversidades, a mis padres María y Víctor por haberme apoyado en todo este trayecto de mi vida, ofreciéndome su amor, comprensión, incondicional, y a todas las personas que me ayudaron directa e indirectamente.

Carlos Enrique B. García Guevara.

A Dios por haberme cuidado y darme fuerzas para continuar a pesar de las adversidades, a mis amados padres Alicia y Carlos por haberme apoyado en todo este trayecto de mi vida, ofreciéndome su amor y comprensión incondicional, y a mis hermanos Hussein, Kimberly e Indira por su apoyo moral día a día.

Carlos Alexander León Angulo.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios por estar siempre presente, iluminarnos y bendecirnos siempre.

Al Ing. Mg. Gabriel Cachi Cerna, por su apoyo y asesoramiento en el desarrollo del presente proyecto.

A todos los docentes de la Universidad Privada del Norte por brindarnos sus conocimientos, principios y valores durante nuestra formación académica.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	28
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES.....	36
REFERENCIAS.....	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Búsqueda en Google Académico mediante palabras claves.	13
Tabla 2: Búsqueda en E-Libro mediante palabras claves.....	13
Tabla 3: Búsqueda en EBSCO Discovery Service mediante palabras claves.....	14
Tabla 4: Búsqueda en Proquest mediante palabras claves.	14
Tabla 5: Búsqueda en Scielo mediante palabras claves.	15
Tabla 6: Tabla de Clasificación de resultados.....	19
Tabla 7: Tabla de Motivo de Exclusión.	21
Tabla 8: Tabla de Motivo de Inclusión.	24
Tabla 9: Tabla de características de los estudios.....	29
Tabla 10: Tabla de investigaciones.	30
Tabla 11: Tabla de metodología y resultados.....	31
Tabla 12: Tabla de tendencias.	32
Tabla 13: Tabla de Tendencias.....	34
Tabla 14: Tabla de cantidad de artículos científicos utilizados en la investigación según su fuente académica.	34

ÍNDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Estrategia de búsqueda en la base de datos en Google Académico.	16
Gráfico 2: Estrategia de búsqueda en la base de datos en E-Libro	16
Gráfico 3: Estrategia de búsqueda en la base de datos en EBSCO.	17
Gráfico 4: Estrategia de búsqueda en la base de datos en Proquest.	17
Gráfico 5: Estrategia de búsqueda en la base de datos en Scielo.	18
Gráfico 6: Diagrama de flujo Tabla según metodología para elección de información.....	28

RESUMEN

Actualmente existen nuevas tecnologías que ayudan con el flujo de información, y que son la solución de problemas concretos. Siendo soluciones innovadoras, como son los diferentes softwares computacionales que nos ayudaran con en el presente estudio, donde el objetivo principal es investigar estudios realizados anteriormente con respecto a la identificación de zonas inundables por eventos hidrológicos extraordinarios con utilización de software.

Se consideró búsquedas en español. También se consideró tesis de diferentes universidades destacadas, como la Universidad Nacional Federico Villareal, Universidad Nacional de Cajamarca, Universidad Privada del Norte, se utilizó buscadores académicos como Google Académico, Scielo y los de la biblioteca virtual de nuestra universidad como son: E-libro, EBSCO, Proquest. Se usó filtros para buscar información sistemática, siendo categorizada por año como referencia entre el 2009 y 2019.

Se evaluó el estudio mediante planeamiento, ejecución y reporte para la revisión sistemática, obteniendo 32 artículos científicos investigados, de los cuales 10 cumplen con los criterios de elegibilidad teniendo como resultado que los softwares más utilizados para modelación hidráulica e identificación de áreas inundables a causa de eventos hidrológicos extraordinarios son IBER 2D y HEC-RAS, dichos softwares son de uso libre, se basan en la utilización de modelos matemáticos para su desarrollo.

PALABRAS CLAVES: Inundaciones, modelamiento hidráulico, modelamiento hidrológico, inundaciones en zonas urbanas.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Como sabemos las lluvias intensas siempre han sido motivo de riesgo a la integridad de la población, en cualquier lugar donde se presenta, ya que pueden provocar inundaciones, los daños que las lluvias ocasionan a la población, por el crecimiento desordenado de los centros poblados, que obliga al asentamiento de viviendas cercanas a las márgenes de los ríos y quebradas.

El impacto fuertemente negativo de las lluvias extraordinarias sobre la vida, la salud, el bienestar y la economía de la población es innegable. El conocimiento científico de las circunstancias vinculadas a estas enormes anomalías climáticas es muy importante. El pronóstico hidrológico de las descargas es sólo un aspecto del problema, a la ingeniería le interesa conocer la probabilidad de ocurrencia de eventos de determinada magnitud para su consideración en la planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de las obras de ingeniería y para la ocupación territorial. (Rocha, citado en Nizama, 2016).

En el Perú, en 44 ocasiones se han presentado el Fenómeno El Niño, de los cuales 7 han sido de carácter extraordinario, y según la publicación titulada el “Fenómeno El Niño en el Perú en 1578 y el Pago de Impuestos” realizada por el Ingeniero Arturo Rocha Felices, el Primer Mega Niño ocurrió en el Perú en el año 1578, siendo los departamentos de Lambayeque, La Libertad y Piura los más afectados; así mismo existen otras investigaciones en los que se menciona la ocurrencia de 5 mega niños o niños extraordinarios que ocurrieron en el Perú antes de los ocurridos en los años 1982-83 y 1997-98.

Desde inicios del mes de enero 2017 se registraron precipitaciones pluviales de moderada a fuerte intensidad generando deslizamientos, huaycos, derrumbes e inundaciones, afectando la vida y salud de las personas, viviendas, áreas de cultivo, locales públicos y vías de comunicación en las provincias del departamento. Compendio Estadístico del INDECI

2017 - Gestión Reactiva/ Perú. Instituto Nacional de Defensa Civil. Lima: INDECI.
Dirección de Políticas, Planes y Evaluación, 2017.

Reporte del SINPAD-COEN-INDECI, señala que en el departamento de Cajamarca han sido afectados un total de 13 mil 123 personas entre damnificadas y afectadas que representa el 1% de la población del departamento. Se han reportado un total de 2 mil 843 viviendas entre afectadas y destruidas que representa el 0.72% del total de viviendas que registra el departamento de Cajamarca. Se tiene un total de 102 instituciones educativas entre destruidas y afectadas, así como 21 establecimientos de salud que fueron destruidos o afectados.

En la actualidad existen nuevas tecnologías que nos ayudan con el flujo de información, la cual ayudará con la solución de problemas concretos. Siendo soluciones innovadoras, como son los diferentes softwares computacionales que nos ayudaran con en el presente estudio que nos va a permitir responder a la siguiente pregunta: ¿Qué investigaciones se han realizado con respecto a zonificación de Inundaciones con utilización de software?, en donde se tiene como objetivo principal, Investigar estudios realizados anteriormente con respecto a la identificación de zonas inundables por eventos hidrológicos extraordinarios con utilización de software, los objetivos específicos serán: obtener información necesaria acerca de los softwares computacionales que ayudan a la identificación de zonas inundables, investigar sobre la realización de estudios existentes de levantamientos topográficos con software, realizar el estudio de la información recopilada para saber cuáles son los softwares y métodos más convenientes para el desarrollo de la investigación.

Con la información obtenida, el tema de investigación quedará enfocada en la utilización de diferentes softwares computacionales para la zonificación de áreas inundables.

El proyecto de investigación permitirá un aporte al Distrito de Cajamarca con la zonificación de áreas inundables ocasionada por lluvias extraordinarias y así poder tener conocimiento y poder utilizarlo como una estrategia de prevención ante un desastre.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Esta investigación es una revisión sistemática de la literatura científica. Debido a que el concepto de la pregunta de investigación es analizado, explicado y categorizado, se genera un modelo de investigación general o un programa de acción general, que abarca todo el ciclo de investigación dentro del marco de la pregunta. ¿Qué estudios se han realizado sobre la zonificación de áreas inundables ocasionadas por avenidas extraordinarias?

El estudio consideró todas las búsquedas registradas en español. También se ha tenido en cuenta tesis publicados en diferentes universidades, las más destacadas como de la Universidad Nacional Federico Villareal, Universidad Nacional de Cajamarca, Universidad Privada del Norte. También se ha utilizado buscadores como Google Académico, Scielo, así como los de la biblioteca virtual de nuestra universidad como son: E-libro, EBSCO, Proquest. A continuación, se presenta la descripción de todas las bases de datos consultadas:

- 1. Google Académico:** Es un buscador de Google, lanzado al público en versión Beta en noviembre de 2004, circunscrito al ámbito académico, y soportado por una base de datos libremente disponible en Internet. Allí se almacena un extenso conjunto de trabajos de investigación científica incluyendo el universo de acceso abierto y procedente de las más diversas disciplinas. (Silva, 2012).
- 2. E-libro:** Tiene en su plataforma libros de las más importantes editoriales académicas, Prensas y Fondos Editoriales Universitarias y Contenidos (Monografías, Revistas científicas o journals, Artículos científicos y Tesis Doctorales) seleccionados cuidadosamente, que están en la plataforma y que conforman un valor agregado, usando tecnología PDF, que conserva la apariencia de la versión impresa de un documento (UPN 2019).

3. **EBSCO:** Es un índice de recursos de información que permite recuperar, a través de una plataforma de búsqueda unificada, los contenidos de colecciones suscritas por la biblioteca, así como portales y repositorios gratuitos de acceso abierto, permite actualmente buscar entre 169 000 títulos de libros, revistas, tesis e informes en formato electrónico (PUCP 2020).
4. **Proquest:** Es un recurso de colecciones electrónicas que contiene millones de artículos publicados originalmente en revistas, periódicos y publicaciones seriadas en general. Puede buscar estas colecciones por artículos sobre materias de su interés o que le ayuden en su investigación o trabajo académico (Faria, 2020).
5. **Scielo:** (Scientific Electronic Library Online) es un modelo para la publicación de revistas científicas en Internet. Su objetivo principal es aumentar la difusión y visibilidad de la ciencia generada en Latinoamérica, el Caribe, España y Portugal. Es un modelo cooperativo descentralizado que agrupa colecciones nacionales y temáticas de revistas científicas que cumplen unos ciertos criterios de calidad. Su filosofía es facilitar el acceso universal y gratuito a las publicaciones científicas del ámbito latinoamericano y de este modo aumentar su visibilidad (Bojo, Fraga, Hernández, y Primo 2009).

El desarrollo de la investigación se centra en el uso de documentos. Revistas científicas, páginas web, formularios preparados para su visualización, etc. Según la prioridad, se usó filtros para buscar información sistemática. La información ha sido categorizada por año como referencia entre 2009 y 2019.

Tabla 1: *Búsqueda en Google Académico mediante palabras claves.*

Herramienta Virtual	Palabras Claves	Nº De Artículos	Porcentaje
Google Académico	Inundaciones	0	00.00 %
	Modelamiento hidráulico	3	33.33 %
	Modelamiento hidrológico	3	33.33 %
	Inundaciones en zonas urbanas	3	33.33 %
Artículos Revisados		9	100.00 %

Fuente: *Elaboración Propia.*

Se realizó la búsqueda de manera virtual (internet-Google Académico), utilizando palabras claves como: “Inundaciones” que obtuvo 0 (cero) resultados, “Modelamiento Hidráulico” que obtuvo 2 (dos) resultados, “Modelamiento Hidrológico” que obtuvo 3 (tres) resultados, “Inundaciones en zonas Urbanas”, obtuvo 3 (tres) resultados. La información se filtró teniendo en cuenta específicamente los años de base desde 2009 hasta 2019.

Tabla 2: *Búsqueda en E-Libro mediante palabras claves.*

Herramienta Virtual	Palabras Claves	Nº De Artículos	Porcentaje
E-Libro	Inundaciones	4	50.00 %
	Modelamiento hidráulico	0	00.00 %
	Modelamiento hidrológico	4	50.00 %
	Inundaciones en zonas urbanas	0	00.00 %
Artículos Revisados		8	100.00 %

Fuente: *Elaboración Propia.*

Se realizó la búsqueda de manera virtual (internet-E-Libro), utilizando palabras claves como: “Inundaciones” que obtuvo 4 (cuatro) resultados, “Modelamiento Hidráulico” que obtuvo 0 (cero) resultados, “Modelamiento Hidrológico” que obtuvo 4 (cuatro) resultados, “Inundaciones en zonas Urbanas”, obtuvo 0 (cero) resultados. La información se filtró por no contener la información adecuada para el desarrollo del tema de investigación.

Tabla 3: Búsqueda en EBSCO Discovery Service mediante palabras claves.

Herramienta Virtual	Palabras Claves	Nº De Artículos	Porcentaje
EBSCO Discovery Service	Inundaciones	0	00.00 %
	Modelamiento hidráulico	0	00.00 %
	Modelamiento hidrológico	0	00.00 %
	Inundaciones en zonas urbanas	4	100.00 %
Artículos Revisados		4	100.00 %

Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó la búsqueda de manera virtual (internet-EBSCO), utilizando palabras claves como: “Inundaciones” que obtuvo 0 (cero) resultados, “Modelamiento Hidráulico” que obtuvo 0 (cero) resultados, “Modelamiento Hidrológico” que obtuvo 0 (cero) resultados, “Inundaciones en zonas Urbanas”, obtuvo 4 (cuatro) resultados. La información se filtró por no contener la información adecuada para el desarrollo del tema de investigación, además teniendo en cuenta específicamente los años de base desde 2009 hasta 2019.

Tabla 4: Búsqueda en Proquest mediante palabras claves.

Herramienta Virtual	Palabras Claves	Nº De Artículos	Porcentaje
Proquest	Inundaciones	1	20.00 %
	Modelamiento hidráulico	0	00.00 %
	Modelamiento hidrológico	3	60.00 %
	Inundaciones en zonas urbanas	1	20.00 %
Artículos Revisados		5	100.00 %

Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó la búsqueda de manera virtual (internet-Proquest), utilizando palabras claves como: “Inundaciones” que obtuvo 1 (uno) resultados, “Modelamiento Hidráulico” que obtuvo 0 (cero) resultados, “Modelamiento Hidrológico” que obtuvo 3 (tres) resultados, “Inundaciones en zonas Urbanas”, obtuvo 1 (uno) resultados. La información ha sido categorizada por año como referencia entre 2009 y 2019, así mismo se consideró solo idioma español.

Tabla 5: *Búsqueda en Scielo mediante palabras claves.*

Herramienta Virtual	Palabras Claves	Nº De Artículos	Porcentaje
Scielo	Inundaciones	4	57.14 %
	Modelamiento hidráulico	1	14.29 %
	Modelamiento hidrológico	1	14.29 %
	Inundaciones en zonas urbanas	1	14.29 %
Artículos Revisados		7	100.00 %

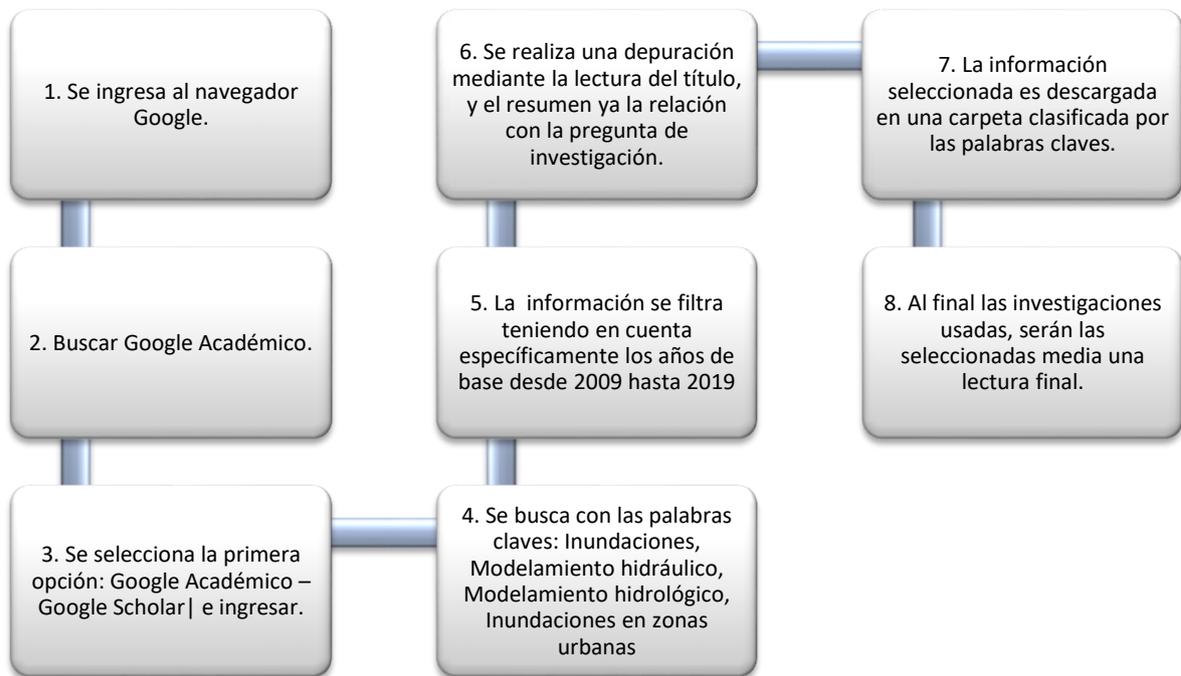
Fuente: *Elaboración Propia.*

Se realizó la búsqueda de manera virtual (internet-Scielo), utilizando palabras claves como: “Inundaciones” que obtuvo 4 (cuatro) resultados, “Modelamiento Hidráulico” que obtuvo 1 (uno) resultados, “Modelamiento Hidrológico” que obtuvo 1 (uno) resultados, “Inundaciones en zonas Urbanas”, obtuvo 1 (uno) resultados. La información ha sido categorizada por año como referencia entre 2009 y 2019, así mismo se consideró solo idioma español.

Estrategias de búsqueda:

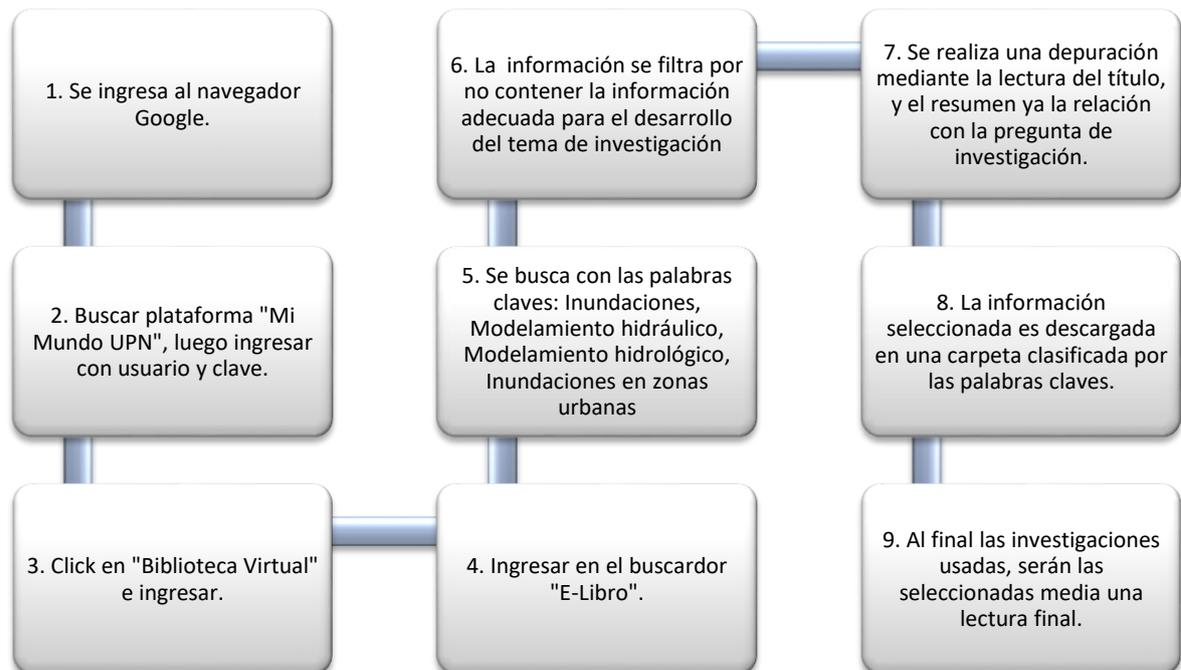
Se muestra a continuación, de manera esquemática y ordenada las estrategias de búsqueda en las diferentes bases de datos utilizadas.

Gráfico 1: Estrategia de búsqueda en la base de datos en Google Académico.



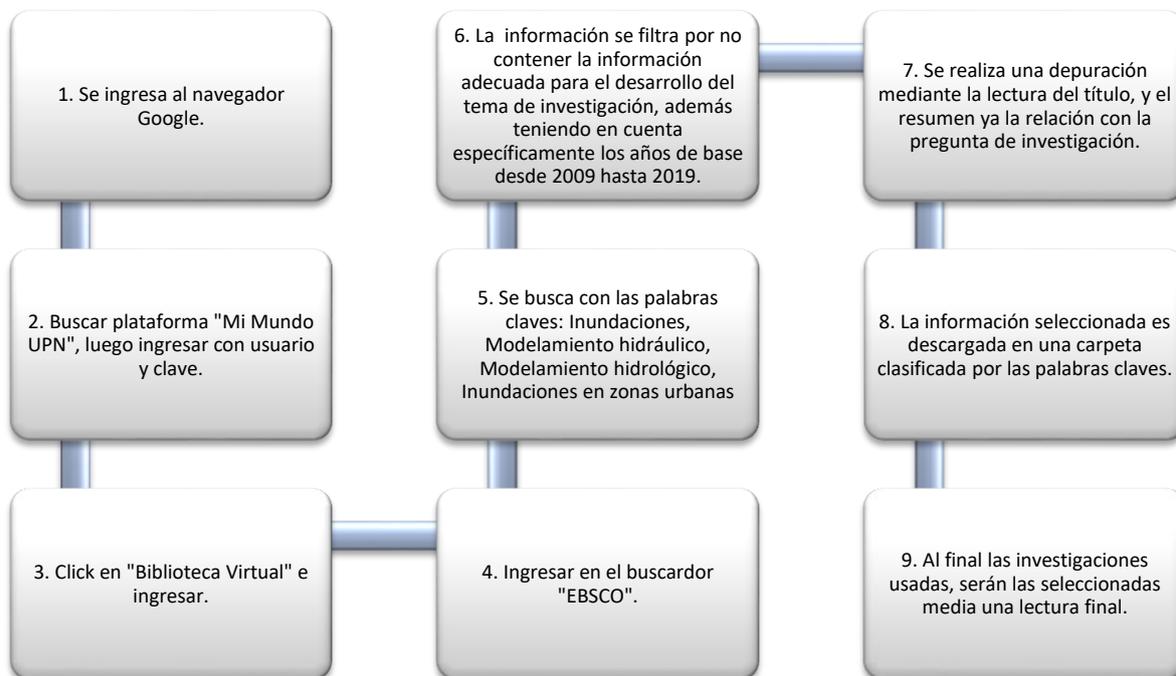
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 2: Estrategia de búsqueda en la base de datos en E-Libro



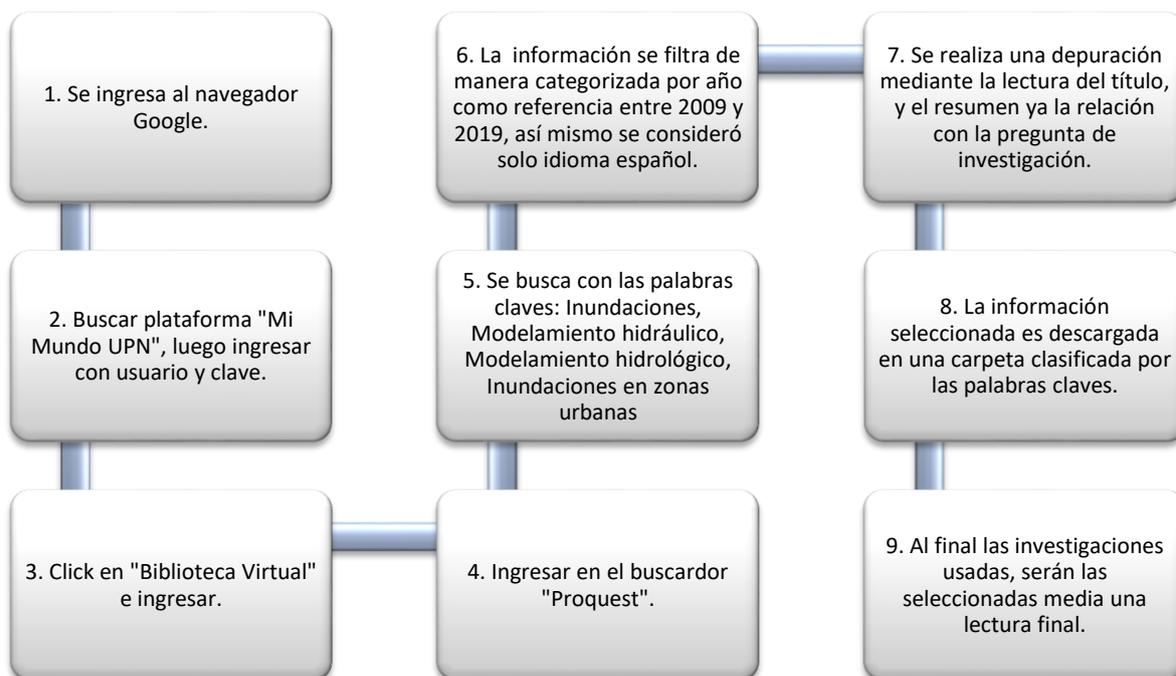
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 3: Estrategia de búsqueda en la base de datos en EBSCO.



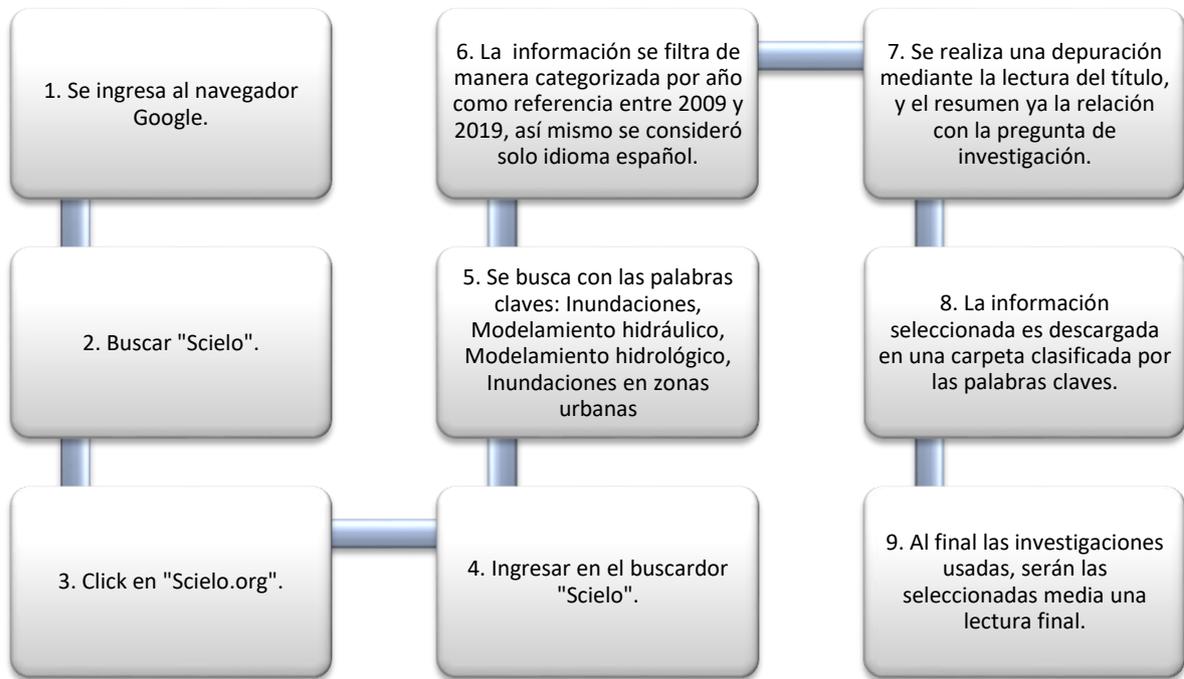
Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 4: Estrategia de búsqueda en la base de datos en Proquest.



Fuente: Elaboración Propia.

Gráfico 5: Estrategia de búsqueda en la base de datos en Scielo.



Fuente: Elaboración Propia.

Luego de realizarse las estrategias de búsqueda que se detalló anteriormente se obtuvo un total de 33 investigaciones en total, a continuación, se realiza un cuadro que nos presenta la clasificación de los resultados de la recolección en el cual tenemos los siguientes campos: Fuente, autor, tema, año, importancia.

La clasificación se realiza según su importancia, alta, media y baja, en la que se obtuvo 21 investigaciones con importancia de “bajo”, 7 investigaciones con importancia de “alto” y 5 investigaciones con importancia de “medio”. Este último es información que quizás pueda ser utilizada en la investigación.

Tabla 6: *Tabla de Clasificación de resultados.*

Fuente	Autor	Tema	Año	Importancia
Google Académico	Tomás Rodríguez y Gerardo Riccardi	Evaluación del riesgo por inundación en calles de una cuenca urbana de alta pendiente del centro de misiones.	2014	Bajo
Google Académico	Manuel Gómez-Valentín, Francesco Macchione, Beniamino Russo	Comportamiento hidráulico de las calles durante lluvias extremas en zonas urbanas.	2009	Bajo
Google Académico	E, Bladé, L. Cea, G. Corestein, E. Escolano, J. Puertas, E. Vázquez-Cendón, J. Dolza, A. Coll	Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos	2012	Alto
Google Académico	María Perevochtchikova y José Luis Lezama de la Torre	Causas de un desastre: Inundaciones del 2007 en Tabasco, México.	2010	Bajo
Google Académico	Ana Paola Coloma Laimito	Simulación hidrológica e hidráulica del río Tambo, sector Santa Rosa, distrito de Cachacra, provincia de Islay, departamento de Arequipa.	2015	Alto
Google Académico	Yuri Alexander Tito Quispe	Modelamiento hidráulico del río Cañete sector puente Sosci - altura puente colgante (9 km), con fines de diseño de defensas Ribereñas.	2017	Bajo
Google Académico	Yonatan Alex Parillo Cahui	Modelamiento hidrológico usando HEC-MS para proyectar defensas contra avenidas en la localidad de Borogueña – Tacna.	2014	Bajo
Google Académico	Guillermo Amaya, Carlos Restrepo - Tamayo, María Victoria Vélez, Jaime Ignacio Vélez y Oscar David Álvarez	Modelamiento del comportamiento hidrológico de tres cuencas en la Urabá Antioqueño - Colombia.	2009	Bajo
Google Académico	Armando Alonso Velásquez Chávez	Modelamiento hidrológico e hidráulico del río Santa, tramo asentamiento humano las Flores, distrito de Carhuaz, Áncash.	2015	Alto
E-Libro	Sevilla L, Víctor A.	Caracterización de la cuenca del río Canoabo en el Estado Carabobo, Venezuela. I. Análisis climático y de producción de agua. Revista Científica Agronomía Tropical Vol. 59(1).	2009	Bajo
E-Libro	Diana A. Cardona Zea	Manejo del riesgo en la gestión del agua: retos ante los riesgos ambientales en el ciclo del agua, ambiental y justicia.	2016	Bajo
E-Libro	Yaquelin Rodríguez López y Norberto Marrero de León	Modelación hidrológica de avenidas: Caso de estudio cuenca del río Zaza	2011	Bajo

E-Libro	Martí Sánchez Juny	Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable. Una visión a partir del modelo HEC-RAS	2009	Alto
E-Libro	Pedro A. Robledo Ardila	Avances en la investigación científica y técnica de las inundaciones en el Pla de Sant Jordi (Palma de Mallorca, Illes Balears, España)	2016	Bajo
E-Libro	Juan Esteban González Valencia	Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones	2009	Bajo
E-Libro	María Dolores Pérez Rodríguez	Situaciones de emergencia, catástrofes e inundaciones.	2013	Bajo
E-Libro	Jorge Moreno Castro	Técnicas de salvamento en ríos e inundaciones (2a. Ed).	2018	Bajo
EBSCO Discovery Service	Martínez-Gomáriz, E; Guerrero-Hidalga, M; Russo, B.; Yubero, D; Gómez, M; Castán, S.	Desarrollo y aplicación de curvas de daño y estanqueidad para la estimación del impacto económico de las inundaciones en zonas urbanas españolas.	2019	Medio
EBSCO Discovery Service	Biblioteca Digital de la Universidad del Valle	Zonificación de amenazas por inundaciones en las zonas urbana y de expansión del Municipio de Jamundi-Valle del Cauca (recurso electrónico).	2015	Medio
EBSCO Discovery Service	Orosco Benites, Juan Carlos Felipe	Protección contra inundaciones en zonas urbanas: Caso de la urbanización San Diego distrito de San Martín de Porres-Lima.	2004	Medio
EBSCO Discovery Service	Acaro Jaramillo, Mayra Jackeline	Determinación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el área urbana de Loja con la utilización de modelos digitales de terreno.	2010	Alto
ProQuest	Larios-Tlali, H., Torres-Benites, E., Quevedo-Nolascol, A., Martínez-Menes, M.,R., & Salgado-Tránsito, J.,A	Riesgo de inundación en la subcuenca del río La Antigua, Veracruz, México	2015	Medio
ProQuest	Ricardo Zubieta	Modelación hidrológica de la cuenca del río Ilave a partir de datos de precipitación observada y de satélite, periodo 2011-2015, Puno, Perú	2018	Bajo
ProQuest	Israel E. Herrera-Díaz	Modelación numérica hidrodinámico-hidrológica en zonas de inundación con presencia de infraestructura	2014	Bajo
ProQuest	Andrés F. Marín Muñoz	Modelación De Tránsito De Crecientes En El Río Aburrá-Medellín Para Una Propuesta De Su Restauración	2016	Bajo

ProQuest	Alcocer-Yamanaka, V., Rodríguez-Varela, J. M., Bourguett-Ortiz, V., Llaguno-Guilberto, O., & Albornoz-Góngora	Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas	2016	Medio
Scielo	Jesica Belén Esparza	Identificación y análisis de áreas inundables a partir de una metodología de integración de escalas espaciales.	2019	Bajo
Scielo	Felipe Ignacio Arreuín- Cortés; Marío López- Pérez	Las inundaciones en un marco de incertidumbre climática	2016	Bajo
Scielo	Rubén Ernesto Hernández-Uribe; Héctor Barrios-Piña	Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac	2016	Bajo
Scielo	Larry Rivas; Juan Carrera	Zonificación de la amenaza por inundaciones en la planicie aluvial del río Borburata, estado Carabobo, Venezuela	2016	Alto
Scielo	Jhonny I. Pérez, Jairo R. Escobar y José M. Fragozo	Modelación Hidráulica 2D de Inundaciones en Regiones con Escasez de Datos. El Caso del Delta del Río Ranchería, Riohacha-Colombia	2018	Alto
Scielo	Paola Duque-Sarango	Evaluación del Sistema de Modelamiento Hidrológico HECHMS para la Simulación Hidrológica de una Microcuenca Andina Tropical	2019	Bajo
Scielo	Luis Alejandro Sánchez Román, Yoel Martínez González	Inundaciones pluviales en una cuenca urbana aplicando el método de ponderación mixta	2012	Bajo

Fuente: *Elaboración Propia.*

Luego de la etapa de la clasificación de resultados, se continua con la etapa de exclusión en aquellos resultados que no abastecían con el tema de investigación.

Tabla 7: *Tabla de Motivo de Exclusión.*

Fuente	Autor	Tema	Año	Motivo de Exclusión
Google Académico	Tomás Rodríguez y Gerardo Riccardi	Evaluación del riesgo por inundación en calles de una cuenca urbana de alta pendiente del centro de misiones.	2014	Los estudios realizados en dicha investigación son aplicados al sector selva, el estudio se centra en la evaluación del escurrimiento superficial de la zona urbana.
Google Académico	Manuel Gómez-Valentín, Francesco Macchione, Beniamino Russo	Comportamiento hidráulico de las calles durante lluvias extremas en zonas urbanas.	2009	El artículo hace referencia al estudio del modelamiento de drenajes pluviales.
Google Académico	María Perevochtchikova y José Luis Lezama de la Torre	Causas de un desastre: Inundaciones del 2007 en Tabasco, México.	2010	El estudio se centra en inundaciones ocurridas en Tabasco - México, 2007.

Google Académico	Yuri Alexander Tito Quispe	Modelamiento hidráulico del río Cañete sector puente Socsi - altura puente colgante (9 km), con fines de diseño de defensas Ribereñas.	2017	Los estudios se enfocan en el modelamiento hidráulico para el diseño de defensas ribereñas.
Google Académico	Yonatan Alex Parillo Cahui	Modelamiento hidrológico usando HEC-MS para proyectar defensas contra avenidas en la localidad de Borogueña – Tacna.	2014	La investigación tiene por objetivo elaborar un modelo hidrológico para el control de erosión en quebradas.
Google Académico	Guillermo Amaya, Carlos Restrepo - Tamayo, María Victoria Vélez, Jaime Ignacio Vélez y Oscar David Álvarez	Modelamiento del comportamiento hidrológico de tres cuencas en la Urabá Antioqueño - Colombia.	2009	El estudio habla del modelamiento hidrológico de una cuenca para la simulaciones de escorrentías en cuencas.
E-Libro	Sevilla L, Víctor A	Caracterización de la cuenca del río Canoabo en el Estado Carabobo, Venezuela. I. Análisis climático y de producción de agua. Revista Científica Agronomía Tropical Vol. 59(1).	2009	La revista científica tiene por objetivo caracterizar el clima y la producción de agua en la cuenca del río Caanoabo.
E-Libro	Diana A. Cardona Zea	Manejo del riesgo en la gestión del agua: retos ante los riesgos ambientales en el ciclo del agua, ambiental y justicia.	2016	Abarca a la gestión de riesgos que busca cambiar y adoptar prácticas de gestión para un desarrollo sostenible del recurso hídrico.
E-Libro	Yaquelin Rodríguez López y Norberto Marrero de León	Modelación hidrológica de avenidas: Caso de estudio cuenca del río Zaza.	2011	Recoge procedimiento de modelación hidrológica para cuenca, tanto de lluvia como de escurrimiento.
E-Libro	Pedro A. Robledo Ardila	Avances en la investigación científica y técnica de las inundaciones en el Pla de Sant Jordi (Palma de Mallorca, Illes Balears, España).	2016	Es una investigación científica, específicamente desarrolladas ara el proyecto Pla de Sant Jordi - Palma de Mallorca
E-Libro	Juan Esteban González Valencia	Propuesta metodológica basada en un análisis multicriterio para la identificación de zonas de amenaza por deslizamientos e inundaciones.	2009	El estudio se basa en la aplicación de 02 metodologías, análisis de regresión múltiple y multicriterio para cálculo de riesgo, para la identificación de zonas de riesgo.
E-Libro	María Dolores Pérez Rodríguez	Situaciones de emergencia, catástrofes e inundaciones.	2013	Es un instructivo de situaciones de emergencia catástrofes, inundaciones.
E-Libro	Jorge Moreno Castro	Técnicas de salvamento en ríos e inundaciones (2a. Ed).	2018	Es una guía metodológica que se basa en técnicas de salvamentos de ríos en caso de inundaciones.
ProQuest	Ricardo Zubieta	Modelación hidrológica de la cuenca del río Ilave a partir de datos de precipitación observada y de satélite, periodo 2011-2015, Puno, Perú.	2018	El objetivo del estudio es precisar las características de las principales variables hidrológicas, y comprender el potencial de datos de precipitación estimados a partir del satélite en modelación hidrológica.

ProQuest	Israel E. Herrera-Díaz	Modelación numérica hidrodinámico-hidrológica en zonas de inundación con presencia de infraestructura.	2014	Este trabajo se basa en acoplar un modelo numérico hidrodinámico y un modelo numérico hidrológico para determinar el funcionamiento hidrodinámico de una zona con pozos de exploración o explotación
ProQuest	Andrés F. Marín Muñoz	Modelación De Tránsito De Crecientes En El Río Aburrá-Medellín Para Una Propuesta De Su Restauración.	2016	El estudio tiene como objetivo formular alternativas de restauración para algunos tramos del río Medellín que presentan un alto grado de afectación antrópica.
Scielo	Jesica Belén Esparza	Identificación y análisis de áreas inundables a partir de una metodología de integración de escalas espaciales.	2019	Este estudio plantea el desarrollo de una metodología para el diagnóstico de áreas homogéneas (urbano-ambientales), afectadas por inundaciones para determinar cuáles son las causas, consecuencias y origen.
Scielo	Felipe Ignacio Arreuín-Cortés; Marío López-Pérez	Las inundaciones en un marco de incertidumbre climática.	2016	El estudio se basa en el análisis de varios casos de inundación ocasionado por lluvias intensas y realiza la comparación entre las cuencas grandes y cuencas pequeñas, con la frecuencia de duración de la lluvia.
Scielo	Rubén Ernesto Hernández-Uribe; Héctor Barrios-Piña	Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac.	2016	El objetivo general del estudio es desarrollar y aplicar una metodología de análisis de riesgo por inundaciones en una cuenca urbanizada.
Scielo	Paola Duque-Sarango	Evaluación del Sistema de Modelamiento Hidrológico HECHMS para la Simulación Hidrológica de una Microcuenca Andina Tropical.	2019	El presente estudio tuvo como objetivo simular el comportamiento hidrológico de la microcuenca Chaquilcay, para la generación de caudales.
Scielo	Luis Alejandro Sánchez Román, Yoel Martínez González	Inundaciones pluviales en una cuenca urbana aplicando el método de ponderación mixta.	2012	Este artículo presenta aportes al método de ponderación mixta para calcular la peligrosidad o amenaza por inundaciones en calles para zonas urbanas.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Finalmente, después de haber excluido resultados que no abastecían al tema de investigación, se obtiene los resultados con los cuales se va realizan el tema de investigación, resultados que en la son de importancia.

Tabla 8: *Tabla de Motivo de Inclusión.*

Fuente	Autor	Tema	Año	Motivo de Inclusión
Google Académico	E,Bladé, L. Cea, G. Corestein, E. Escolano, J. Puertas, E. Vázquez-Cendón, J. Dolza, A. Coll	Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos	2012	El artículo habla sobre el software Iber 2D, el cual es una herramienta de simulación numérica del flujo en ríos (modelación hidráulica)
Google Académico	Ana Paola Coloma Laimito	Simulación hidrológica e hidráulica del río Tambo, sector Santa Rosa, distrito de Cachacra, provincia de Islay, departamento de Arequipa.	2015	La investigación utiliza software Hec-Hms para el modelamiento hidrológico y el software Hec-Ras para el modelamiento hidráulico del río Tambo, con el fin de zonificar áreas de inundación en el sector Santa Rosa.
Google Académico	Armando Alonso Velásquez Chávez	Modelamiento hidrológico e hidráulico del río Santa, tramo asentamiento humano las Flores, distrito de Carhuaz, Áncash.	2015	La investigación utiliza software Hec-Hms para el modelamiento hidrológico y el software Hec-Ras para el modelamiento hidráulico del río Santa, con el fin de obtener un mapa de inundaciones en el asentamiento humanos Las Flores.
e-libro	Martí Sánchez Juny	Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable. Una visión a partir del modelo HEC-RAS.	2009	El estudio analiza sobre la modelación numérica en ríos con el software Hec-Ras
EBSCO Discovery Service	Martínez-Gomáriz, E; Guerrero-Hidalga, M; Russo, B.; Yubero, D; Gómez, M; Castán, S.	Desarrollo y aplicación de curvas de daño y estanqueidad para la estimación del impacto económico de las inundaciones en zonas urbanas españolas.	2019	El estudio utiliza las curvas de daño para la estimación de daños por inundaciones pluviales en zonas urbanas.
EBSCO Discovery Service	Biblioteca Digital de la Universidad del Valle	Zonificación de amenazas por inundaciones en las zonas urbana y de expansión del Municipio de Jamundi-Valle del Cauca (recurso electrónico).	2015	Presenta una metodología para determinar y clasificar la amansa por inundaciones causadas por el desbordamiento de causas.
EBSCO Discovery Service	Orosco Benites, Juan Carlos Felipe	Protección contra inundaciones en zonas urbanas: Caso de la urbanización San Diego distrito de San Martín de Porres-Lima.	2004	La investigación analiza la protección contra inundaciones en zonas urbanas ocasionadas por crecidas de un cauce fluvial.
EBSCO Discovery Service	Acaro Jaramillo, Mayra Jackeline	Determinación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el área urbana de Loja con la utilización de modelos digitales de terreno.	2010	La investigación tiene como fin determinar las zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el área urbana, aplicando los Sistemas de Información Geográfica
ProQuest	Hugo Larios-Tlali	Riesgo de inundación en la subcuenca del río La Antigua, Veracruz, México	2015	El estudio aplica el modelo de simulación hidráulica HEC-RAS para delimitar las zonas con riesgo a inundación en la subcuenca del río La Antigua,

ProQuest	José Manuel Rodríguez-Varela	Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas	2016	El artículo se expone una metodología para la generación de mapas de riesgo que articula los mapas de peligro y vulnerabilidad por inundación
Scielo	Larry Rivas; Juan Carrera	Zonificación de la amenaza por inundaciones en la planicie aluvial del río Borburata, estado Carabobo, Venezuela	2016	El estudio utiliza el software HEC-RAS para zonificar la amenaza por inundaciones en la planicie aluvial terminal del río Borburata.
Scielo	Jhonny I. Pérez, Jairo R. Escobar y Jose M. Fragozo	Modelación Hidráulica 2D de Inundaciones en Regiones con Escasez de Datos. El Caso del Delta del Río Ranchería, Riohacha-Colombia	2018	El estudio utiliza software para solventar la escasez de datos topográficos e hidrométricos para la modelación hidráulica del río Ranchería con el software IBER 2D y zonificar las áreas de inundación

Fuente: *Elaboración Propia.*

A continuación, se realiza un pequeño resumen de los resultados que se utilizaran para el presente tema de investigación.

E,Bladé, L. Cea, G. Corestein, E. Escolano, J. Puertas, E. Vázquez-Cendón, J. Dolza, A. Coll (2012), nos hacen mención del desarrollo de una herramienta de modelización numérica del flujo de agua en lámina libre en 2 dimensiones, esta herramienta es IBER, combina un módulo hidrodinámico, un módulo de turbulencia y un módulo de transporte de sedimentos, y utiliza el método de volúmenes finitos para resolver las ecuaciones correspondientes, IBER es un modelo matemático bidimensional para la simulación de ríos y estuarios, es un modelo numérico que tiene aplicación en campos como: simulación de flujos en lámina libre en cauces naturales, evaluación de zonas inundables. Cálculo de las zonas de flujos preferentes, cálculo hidráulico de encauzamientos, cálculo hidráulico de redes de canales en lámina libre, cálculo de corrientes de marea en estuarios, procesos de erosión y sedimentación por transporte de material granular.

Ana Paola Coloma Laimito (2015), esta autora en su tesis considera a los softwares computacionales como uno de los principales materiales para utilizar entre ellos menciona a

HEC- HMS, el cual ayuda a simula procesos hidrológicos; HEC-RAS, software que ayuda a identificar zonas planas a inundarse y muestra el nivel de agua que tiene cada tramo; HIDROESTA, ayuda a evaluar datos observados y determina las precipitaciones para diferentes periodos; ARCGIS, ayuda al proceso de información cartográfico es decir a visualizar los contornos de la superficie a estudiar; AUTOCAD CIVIL3D, software que se complementa con el HEC-RAS para georreferenciar datos a utilizar. Nos indica también una metodología para poder realizar una zonificación de áreas utilizando estos materiales como ella los denomina, Primeros se encuentra el procesamiento de información hidrológica, segundo es el modelamiento hidrológico HecHMS y tercero modelamiento hidrológico HEC-RAS.

En lo que respecta Armando Alonso Velásquez Chávez (2015), los modelamientos hidrológicos se realizan mediante softwares como el HEC – HMS, en el cual ingresando parámetros ya conocidos (conservación de suelo, curva), dicho programa nos ayudará a convertir estos datos en precipitaciones lo que significa escorrentía superficial, lo que significa que este resultado nos permitirá identificar las zonas inundables.

Según Martí Sánchez Juny (2009). El HEC-RAS es una aplicación que se está introduciendo en el ámbito público y con gran aceptación, dicha aplicación tiene gran crecimiento en el ámbito de la ingeniería hidráulica y fluvial, además nos indica que trabaja muy bien en la creación de encausamientos, pasos entubados bajo vía.

Acaro Jaramillo, Mayra Jackeline (2010), indica como determinar zonas propensas a inundaciones aplicando los Sistemas de Información Geográfica, interpretación de imagen satelital y modelos digitales de elevación, ya que al utilizar éstas herramientas computacionales nos permiten zonificar áreas de mayor riesgo, la cual nos serviría para aplicar políticas de prevención de riesgos dentro del área de una zona urbana

Larry Rivas; Juan Carrera (2016), cual es el propósito de zonificar un área que está en amenaza de inundación ocasionado por avenidas extraordinarias de un lecho aluvial, nos indica el proceso en la selección y elaboración de nuestros datos, así como también la utilización de softwares computacionales para la elaboración de nuestros diferentes modelos, elevaciones digitales de terreno, modelamientos hidráulicos, modelamientos hidrológicos para la estimación de los caudales máximos en eventos extraordinarios en función a determinados periodos de retorno.

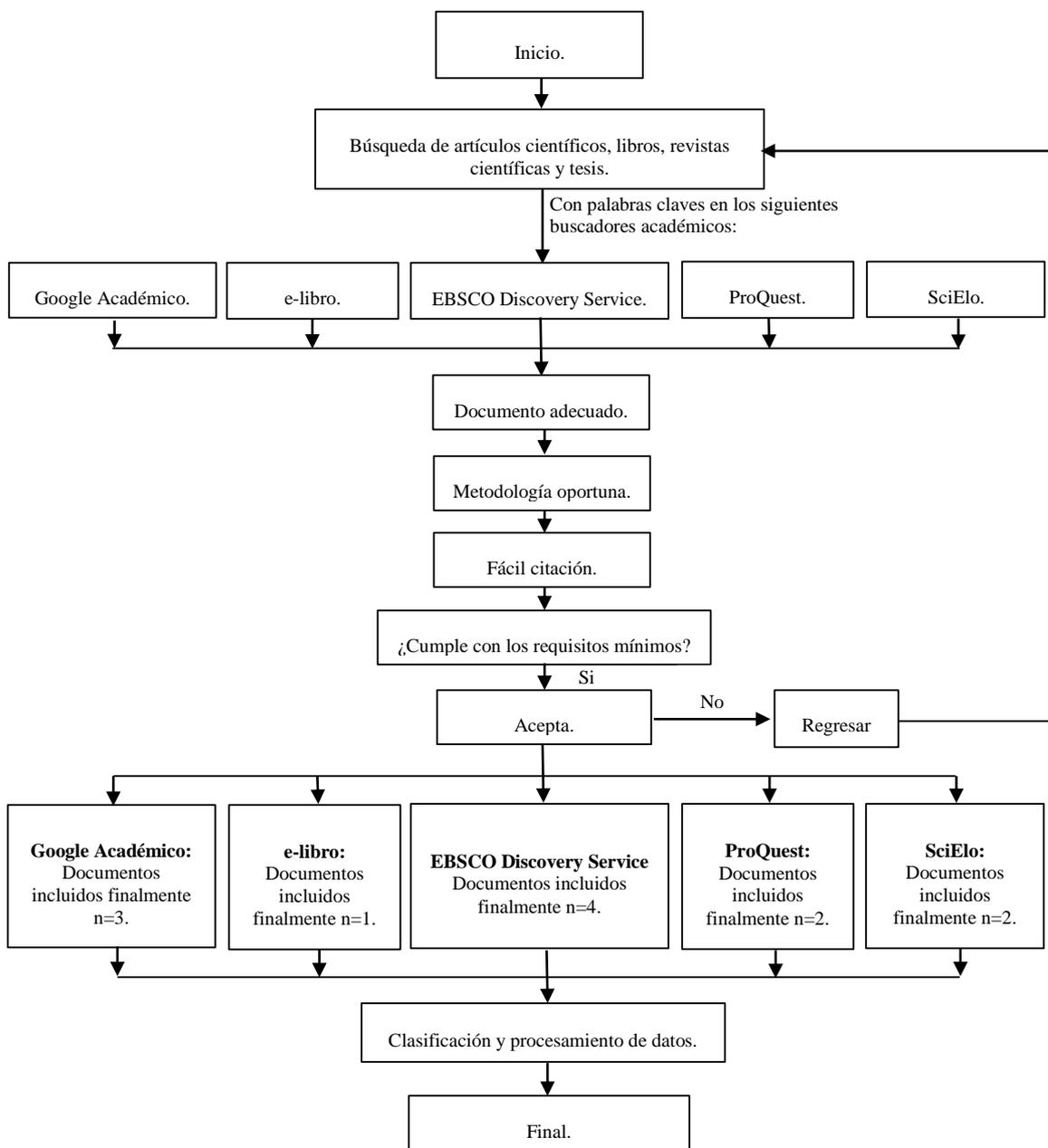
Jhonny I. Pérez, Jairo R. Escobar y José M (2018). Fragozo, nos indica una estrategia que solventa la escasez de datos para la modelación 2D de inundaciones en un lecho aluvial, la utilización de softwares computacionales como el Google EarthTM para los datos topográficos para la elaboración de un Modelo Digital del Terreno, IBER 2D para la modelación hidráulica del lecho fluvial y evaluar los diferentes escenarios ocasionados por avenidas extraordinarias y el desborde del río, ArcGis para la delimitación de cuencas hidrográficas y los parámetros de éstas, HEC-HMS para la modelación hidrológica y generación de caudales máximos en determinados periodos de retorno.

Nota. - En la presente metodología en la tabla 06 (Tabla de Clasificación de resultados), se aprecia la clasificación media. Se ha optado en esta clasificación a los resultados que contienen algunos temas relacionados con el tema de investigación, y que podrían ser usados en la ya mencionada.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

La importancia de buscar información para la presente revisión sistemática, la cual se explica mediante el siguiente diagrama de flujo donde se evidencia el trabajo de inclusión y exclusión y cuáles fueron los criterios utilizados para su utilización en la presente revisión sistemática.

Gráfico 6: Diagrama de flujo Tabla según metodología para elección de información.



Fuente: Elaboración Propia.

Características de los estudios:

A continuación, se presenta la tabla número 09), donde se explica y resume las fuentes que fueron incluidas a un nivel primario, se presentan las características de los estudios de manera global, como el idioma, año, importancia y estudio:

Tabla 9: *Tabla de características de los estudios.*

Fuente Científica	Tema abordado	Características				N° de Und	Und
		Idioma	Año	Importancia	Estudio		
	Iber.	Español	2012	Alta	Revista Científica.	8.33	%
Google Académico	Simulación hidrológica e hidráulica.	Español	2015	Alta	Tesis.	8.33	%
	Modelamiento hidrológico e hidráulico.	Español	2015	Alta	Tesis.	8.33	%
E-libro	Modelación numérica en ríos.	Español	2009	Alta	Libro.	8.33	%
EBSCO Discovery Service	Desarrollo y aplicación de curvas de daño.	Español	2019	Medio	Publicación Académica	8.33	%
	Determinación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el área urbana .	Español	2010	Alta	Tesis.	8.33	%
Proquest	Riesgo de inundación en la subcuenca del río La Antigua.	Español	2015	Medio	Revista Científica.	8.33	%
	Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas.	Español	2016	Medio	Revista Científica.	8.33	%
Scielo	Zonificación de la amenaza por inundaciones.	Español	2016	Alta	Revista de Investigación.	8.33	%
	Modelación Hidráulica 2D de Inundaciones en Regiones con Escasez de Datos.	Español	2018	Alta	Información Tecnológica	8.33	%
Total de Biografías						10	100%

Fuente: *Elaboración Propia.*

A continuación, se presenta las tablas con el procesamiento de datos de las revistas científicas elegidas, dadas de la siguiente manera:

Análisis global de los estudios:

Para realizar el análisis global de los estudios primarios, se codificó la información obtenida para tener un orden en el análisis. La codificación fue en orden alfabético, se consideró fuente científica, título, autores, lugar y año como se puede apreciar en la tabla 10.

Tabla 10: *Tabla de investigaciones.*

Código Generado	Fuente Científica	Título	Autores	Lugar y Año
A	Google Académico	Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos.	E,Bladé, L. Cea, G. Corestein, E. Escolano, J. Puertas, E. Vázquez- Cendón, J. Dolza, A. Coll.	Barcelona 2012
B	Google Académico	Simulación hidrológica e hidráulica del río Tambo, sector Santa Rosa, distrito de Cachacra, provincia de Islay, departamento de Arequipa.	Ana Paola Coloma Laimito	Lima 2015
C	Google Académico	Modelamiento hidrológico e hidráulico del río Santa, tramo asentamiento humano las Flores, distrito de Carhuaz, Áncash.	Armando Alonso Velásquez Chávez	Lima 2015
D	E-libro	Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable. Una visión a partir del modelo HEC-RAS	Martí Sánchez Juny	Catalunya 2009
E	EBSCO	Desarrollo y aplicación de curvas de daño y estanqueidad para la estimación del impacto económico de las inundaciones en zonas urbanas españolas.	Martínez-Gomáriz, E; Guerrero-Hidalga, M; Russo, B.; Yubero, D; Gómez, M; Castán, S.	Valencia 2019
F	EBSCO	Determinación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el área urbana de Loja con la utilización de modelos digitales de terreno.	Acaro Jaramillo, Mayra Jackeline	Loja 2010
G	Proquest	Riesgo de inundación en la subcuenca del río La Antigua, Veracruz, México	Larios-Tlali, H., Torres- Benites, E., Quevedo- Nolascol, A., Martínez- Menes, M.,R., & Salgado- Tránsito, J.,A	Veracruz 2015
H	Proquest	Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas.	Alcocer-Yamanaka, V., Rodríguez-Varela, J. M., Bourguett-Ortiz, V., Llaguno-Guilberto, O., & Albornoz-Góngora	Chiapas 2016
I	Scielo	Zonificación de la amenaza por inundaciones en la planicie aluvial del río Borburata, estado Carabobo, Venezuela.	Larry Rivas; Juan Carrera	Caracas 2016
J	Scielo	Modelación Hidráulica 2D de Inundaciones en Regiones con Escasez de Datos. El Caso del Delta del Río Ranchería, Riohacha-Colombia	Jhonny I. Pérez, Jairo R. Escobar y José M. Fragozo	La Serena 2018

Fuente: *Elaboración Propia.*

A continuación, mostramos la tabla 11 con los siguientes campos código generado, tipo, que en este caso son cualitativos ya que son estudios de forma descriptiva, metodología, resultados obtenidos de los estudios seleccionados para la presente revisión sistemática.

Tabla 11: *Tabla de metodología y resultados.*

Código Generado	Tipo	Metodología	Resultados
A	Cualitativo	<p>Iber es un modelo matemático, que combina un módulo hidrodinámico, lo que lo hace particularmente eficaz para el cálculo de flujos discontinuos, útil a las necesidades técnicas específicas de confederaciones hidrográficas en la aplicación de la legislación sectorial vigente en materia de aguas. Algunos campos de aplicación son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Simulación del flujo en lámina libre en cauces naturales. • Evaluación de zonas inundables. Cálculo de las zonas de flujo preferente. 	<p>Existen validaciones en el cálculo de zonas inundables en un tramo de río con puente anegado en el río Saria, también dentro de un proyecto de recuperación del río Segre, en Cataluña, tras las afecciones a este río debidas al proyecto de la presa de Rialb, también se llevó a cabo el estudio hidráulico del río en el entorno del canal de eslabon de Ponts (Noguera).</p>
B	Cualitativo	<p>La simulación hidrológica se trabaja con Hec Ras software que dispone de un entorno de trabajo totalmente integrado que incluye una base de datos, servicios de entrada de datos, motor de cálculo, y los resultados de herramientas de informes. se pueden utilizar en conjunción con otro software para estudios de disponibilidad de agua, drenaje urbano, la previsión de flujo, el futuro impacto de urbanización, diseño aliviadero del embalse, la reducción de daños por inundaciones, regulación de llanura de inundación, y operación de los sistemas.</p>	<p>Se logró simular de manera satisfactoria para la prevención de inundaciones el comportamiento hidrológico e hidráulico del río Tambo en el Sector de Riego Santa Rosa Ventillata Ayanquera, con ayuda del software Hec Ras.</p>
C	Cualitativo	<p>Se realiza un modelamiento hidrológico por medio del Software HEC-HMS, se le proporciona al software la abstracción inicial obtenida a través del método del servicio de conservación de suelos, esto se procesa para un periodo de retomo de diseño, el software por medio del hidrograma sintético las convertirá la precipitación neta en escorrentía superficial, este resultado es el caudal que permitirá identificar las zonas inundables.</p>	<p>Por medio del software se realizó el mapa de inundaciones de la zona de estudio, en el cual se obtuvo los lugares que se verán afectados por un desborde del río Santa, en específico se obtuvo que el incremento del cauce de río santa sería de 10 metros en promedio para el Asentamiento Humano Las Flores, se obtuvo el mapa de inundaciones.</p>
D	Cualitativo	<p>Hec Ras es un modelo numérico en continuo desarrollo, el cual presenta bases teóricas esenciales, el funcionamiento general del programa, aspectos claves al ejecutarlo, con casos reales como espaciamiento en secciones y llanuras de inundación.</p>	<p>Se valida el uso de software en ejemplo de uso real como son análisis de contorno o división de la sección principal de una canal, llanuras de inundación.</p>

E	Cualitativo	Utilización de nueva tecnología para la estimación económica de inundaciones en zonas urbanas.	En Barcelona y Badalona respectivamente, se han modelizado las redes de drenaje de ambas ciudades mediante el software InfoWorks Integrated Catchment Modelling (ICM) (Innovyze, 2016), que ofrece la posibilidad de realizar un modelo hidrodinámico acoplado 1D/2D, permitiendo, para lluvias reales y de proyecto, obtener las inundaciones en las calles de ambas ciudades. Identificando riesgos que las inundaciones pluviales pueden presentar.
F	Cualitativo	La recolección de datos información base como: hidrología, topografía, geología imágenes satelitales, para la verificación y validación de la información la cual se utilizarán en los softwares Arc-View y Arc-Gis para la obtención del mapa total de riesgo a inundación, valorando de mayor riesgo a menor riesgo.	El uso de la cartografía digital es muy dinámica ya que nos permite recolectar información sin entrar en contacto con los objetos lo que simplifica el proceso de levantamiento de información.
G	Cualitativo	Aplicar el modelo HEC-RAS para delimitar las zonas con riesgo a inundación de la subcuenca del río La Antigua, a través del procesamiento de la información base como hidrograma, la geometría del cauce con ayuda del software HEC-GeoRAS y los modelos digitales de elevación.	El uso del modelo HEC RAS, permitió realizar la simulación hidráulica de la Subcuenca del río la Antigua, con lo cual se pudo realizar la elaboración de mapas de riesgo a inundación (zonificación), se pudo zonificar 9 localidades que poseen un nivel de riesgo alto, 8 localidades con un nivel medio y 6 localidades con un nivel bajo, los datos obtenidos indican un 98.6% de la población total que habita la Subcuenca.
H	Cualitativo	La articulación de mapas de peligro y vulnerabilidad por inundación generan los mapas de riesgos, los cuales permiten que se adapte a varias zonas urbanas para la evaluación de los daños ocasionados por el desbordamiento del cauce natural de los ríos, quebradas debido a eventos hidrológicos extraordinarios.	La metodología empleada permitió desarrollar mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas, de acuerdo a la elaboración de estos mapas se puede identificar zonas de refugio, trazo de rutas de evacuación, análisis de daños a la infraestructura y menaje de las viviendas.

Fuente: *Elaboración Propia.*

A continuación, se muestra una tabla 12 con los siguientes campos: Código generado, tipo, título, tendencia de los estudios primarios seleccionados para la presente revisión sistemática.

Tabla 12: *Tabla de tendencias.*

Código Generado	Tipo	Título	Tendencia
A	Cualitativo	Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos.	La presente investigación se refiere al uso del software IBER y como está desarrollado para la utilización con respecto a la zonificación de inundaciones (modelación hidráulica).
B	Cualitativo	Simulación hidrológica e hidráulica del río Tambo, sector Santa Rosa, distrito de Cachacra, provincia de Islay, departamento de Arequipa.	La investigación utiliza el software Hec Ras para la simulación hidrológica y el modelamiento hidráulico, para la zonificación y reducción de daños por inundaciones.
C	Cualitativo	Modelamiento hidrológico e hidráulico del río Santa, tramo asentamiento humano las Flores, distrito de Carhuaz, Áncash.	La presente investigación se refiere a la modelación hidrológica a través del software HEC-HMS, para la realización de mapas de inundaciones, con el fin de zonificar dichas áreas.
D	Cualitativo	Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable. Una visión a partir del modelo HEC-RAS.	El presente libro nos presenta el software de Hec-Ras y el uso de este en la zonificación de áreas inundables en zonas llanas.
E	Cualitativo	Desarrollo y aplicación de curvas de daño y estanqueidad para la estimación del impacto económico de las inundaciones en zonas urbanas españolas.	La presente tesis se refiere a la inclusión de nuevas tecnologías (softwares), para la zonificación de áreas inundables y la estimación del impacto económico en dichas zonas.
F	Cualitativo	Determinación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el área urbana de Loja con la utilización de modelos digitales de terreno.	La investigación se refiere al uso de la información digital con ayuda de software para la determinación de zonas propensas a inundaciones.
G	Cualitativo	Riesgo de inundación en la subcuenca del río La Antigua, Veracruz, México	El estudio se basa a la aplicación del software de modelación hidráulica HEC-RAS para la determinación de zonas con riesgo por inundación en una subcuenca debido a eventos hidrológicos extraordinarios.
H	Cualitativo	Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas.	En la investigación, se realiza la generación de mapas de áreas de riesgo por inundación a través de mapas de áreas por peligro de inundación y mapas de vulnerabilidad obtenidos por la simulación hidráulica bidimensional con ayuda de un software computacional.
I	Cualitativo	Zonificación de la amenaza por inundaciones en la planicie aluvial del río Borburata, estado Carabobo, Venezuela.	En el estudio se realiza la utilización de diferentes software computacionales con el fin de obtener y procesar la información para la determinación de y zonificación de áreas con riesgo a inundación.
J	Cualitativo	Modelación Hidráulica 2D de Inundaciones en Regiones con Escasez de Datos. El Caso del Delta del Río Ranchería, Riohacha-Colombia.	La investigación se basa en la utilización de software para la obtención y procesamiento de datos faltantes, con lo cual se realizará la modelación hidráulica con IBER 2D para la zonificación de áreas inundables.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Comparación de resultados entre los estudios primarios:

La comparación de los resultados de los estudios primarios se realiza en 1 etapa, en estudios descriptivos (cualitativos). Se muestra la comparación de 5 estados primarios cualitativos quienes comparan en tipos de modelamiento y software utilizados.

Tabla 13: *Tabla de Tendencias.*

Código Generado	Características	Tipo de modelamiento	Software Utilizado	Comparación
A		Modelamiento Hidráulico	Iber	Se realiza la modelación hidráulica del río Sgre con el fin de zonificación de áreas inundables.
B		Modelamiento Hidráulico	Hec-Ras	Se realiza modelación hidráulica del río Tambo con el fin de zonificación de áreas inundables así mismo la reducción de daños por inundaciones.
C		Modelamiento Hidráulico	Hec -Hms	Se realiza la modelación hidrológica e hidráulica del río Santa con el fin de generar mapas de zonificación de áreas inundables.
G		Modelamiento Hidráulico	Hec-Ras	Se realiza la modelación hidráulica del río La Antigua con el fin de generar mapas de zonificación de áreas inundables.
J		Modelamiento Hidráulico	Iber 2D	S e realiza la modelación hidráulica del río Ranchería con el fin de zonificación de áreas inundables.

Fuente: *Elaboración Propia.*

A continuación, mostramos una tabla con los artículos científicos primarios, así como sus fuentes académicas y los porcentajes obtenidos en el estudio realizado.

Tabla 14: *Tabla de cantidad de artículos científicos utilizados en la investigación según su fuente académica.*

Herramienta Virtual	Cantidad	Porcentaje
Google Académico	3	30%
E-libro	1	10%
EBSCO Discovery Service	2	20%
Proquest	2	20%
Scielo	2	20%
Total	10	100%

Fuente: *Elaboración Propia.*

Se aprecia que se tuvo mayor incidencia en búsqueda Google Académico con un 30% a comparación de las demás fuentes académicas.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

De los 32 artículos científicos investigados, hemos seleccionado 10 los cuales cumplen con los criterios de elegibilidad, de estos artículos se ha llegado a la conclusión que los softwares más utilizados para modelación hidráulica e identificación de áreas inundables a causa de eventos hidrológicos extraordinarios son IBER 2D y HEC-RAS, dichos softwares son de uso libre y se basan en la utilización de modelos matemáticos para su desarrollo.

De la investigación hemos podido concluir que existen varios softwares para la recopilación de datos cartográficos como Google Earth, MapInfo, Arc-Gis HEC- GeoRAS, los cuales nos permiten desarrollar modelos de digitalización, creación de mallas TIN y modelos de digitalización de elevación, programas para el modelamiento hidrológico como el HEC-HMS el cual nos permitirá realizar la estimación de los caudales picos para un determinado periodo de retorno, toda esta recolección y procesamiento de datos serán utilizados en el modelamiento hidráulico 2D con IBER o HEC-RAS los cuales nos permitirán identificar las zonas de inundación, cabe resaltar que la mayoría de softwares mencionados son de uso libre.

En el artículo de Jhonny I. Pérez, Jairo R. Escobar y José M. Fragozo, realizan una metodología que solventa la escasez de datos topográficos, con ayuda de software computacional obtienen una nube de puntos topográficos, la cual servirá para la generación del modelo digital del terreno, como podemos concluir existe la posibilidad de utilización de diferentes softwares para la obtención y procesamiento de datos topográficos

La información recopilada sobre zonificación de áreas inundables con software está bastante detallada en cuanto a metodología, procedimiento y utilización de software, siendo factible su aplicación en nuestra realidad local, considerando que en nuestra localidad ocurren eventos hidrológicos extraordinarios (Fenómeno de Niño).

Gracias a la investigación realizada hemos podido aumentar nuestros conocimientos sobre la utilización de softwares computacionales para la modelación hidrológica, hidráulica y la zonificación de áreas inundables, y la importancia de estos estudios para la prevención y protección contra inundaciones ocasionados por eventos hidrológicos extraordinarios.

REFERENCIAS

1. Bladé, E., Cea, L., Corestein, G., Escolano, E., Puertas, J., Vázquez-Cendón, E., ... & Coll, A. (2014). Iber: herramienta de simulación numérica del flujo en ríos. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para Cálculo y Diseño en Ingeniería*, 30(1), 1-10.
2. Coloma Laimito, A. P. (2015). Simulación hidrológica e hidráulica del río Tambo, sector Santa Rosa, distrito de Cocachacra, provincia de Islay, departamento de Arequipa.
3. Velásquez Chávez, A. A. (2015). Modelamiento hidrológico e hidráulico del río santa, tramo asentamiento humano las flores, distrito de Carhuaz, Ancash.
4. Sánchez, J. M. (2009). Modelación numérica en ríos en régimen permanente y variable. una visión a partir del modelo hec-ras. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com>.
5. E. Martínez-Gomariz, M. Guerrero-Hidalga, B. Russo, D. Yubero, M. Gómez, & S. Castán. (2019). Desarrollo y aplicación de curvas de daño y estanqueidad para la estimación del impacto económico de las inundaciones en zonas urbanas españolas. *Ingeniería Del Agua*, 23(4), 229–245. <https://doi.org/10.4995/ia.2019.12137>.
6. Acaro Jaramillo, M. J. (2010). Determinación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el área urbana de Loja con la utilización de modelos digitales de terreno.
7. Larios-Tlali, H., Torres-Benites, E., Quevedo-Nolascol, A., Martínez-Menes, M.,R., & Salgado-Tránsito, J.,A. (2015). Riesgo de inundación en la subcuenca del río la antigua, veracruz, México/Flood risk in a sub-basin of the la antigua river, veracruz.

- mexico. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 6(3), 39-56. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1786636427?accountid=36937>.
8. Alcocer-Yamanaka, V., Rodríguez-Varela, J. M., Bourguett-Ortiz, V., Llaguno-Guilberto, O., & Albornoz-Góngora, P. M. (2016). Metodología para la generación de mapas de riesgo por inundación en zonas urbanas/Methodology for generating flood risk maps in urban areas. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 7(5), 33-55. Retrieved from <https://search.proquest.com/docview/1869046698?accountid=36937>.
 9. Rivas, Larry, & Carrera, Juan. (2016). Zonificación de la amenaza por inundaciones en la planicie aluvial del río Borburata, estado Carabobo, Venezuela. *Revista de Investigación*, 40(87), 203-226. Recuperado en 26 de mayo de 2020, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142016000100011&lng=es&tlng=es.
 10. Pérez, Jhonny I., Escobar, Jairo R., & Fragozo, José M.. (2018). Modelación Hidráulica 2D de Inundaciones en Regiones con Escasez de Datos. El Caso del Delta del Río Ranchería, Riohacha-Colombia. *Información tecnológica*, 29(4), 143-156. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000400143>.