



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

"ESTUDIOS DE SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y PURIFICACIÓN DE AGUA DE LLUVIA PARA CONSUMO HUMANO: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA"

Trabajo de investigación para optar el grado de:

Bachiller en Ingeniería Civil

Autora:

Karla Nissep Saldaña Moncada

Asesor:

Mg. Ing. Gabriel Cachi Cerna

Cajamarca - Perú

2020

DEDICATORIA

El presente proyecto está dedicado a Dios y a nuestros padres. A Dios porque ha estado con nosotros en cada paso, cuidándonos y dándonos fortaleza para continuar. A nuestros padres quienes a lo largo de nuestra vida han velado por nuestro bienestar y educación, depositando su entera confianza en cada reto que se nos presentaba, sin dudar ni un solo momento de nuestra inteligencia y capacidad. Es por ello que somos lo que somos ahora. Los amamos con nuestra vida.

AGRADECIMIENTO

A Dios ya que sin su bendición y su amor no lo hubiéramos logrado, también a nuestros padres por su apoyo incondicional en todo momento, a la universidad y a nuestros docentes, en especial consideración a nuestro docente Ing. Gabriel Cachi Cerna, que gracias a su conocimiento, paciencia y ayuda nos permitió realizar nuestra investigación.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
RESUMEN	7
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	8
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	11
CAPÍTULO III. RESULTADOS	26
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES	40
REFERENCIAS	41
ANEXOS	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Búsqueda de información en ProQuest.	13
Tabla 2: Búsqueda de información en Engineering Source.....	14
Tabla 3: Búsqueda de información en SciELO.	16
Tabla 4: Búsqueda de información en Google Académico.	17
Tabla 5: Información recopilada de diversas fuentes.	18
Tabla 6: Exclusión de información de artículos investigados.	20
Tabla 7: Inclusión de información de artículos investigados.	21
Tabla 8: Artículos seleccionados mediante la palabra clave "Agua de lluvia".....	27
Tabla 9: Artículos seleccionados mediante la palabra clave "Purificación de agua de lluvia".	29
Tabla 10: Artículos seleccionados mediante la palabra clave "Captación de agua de lluvia".....	30
Tabla 11: Número de artículos incluidos de acuerdo al año de publicación.....	34
Tabla 12: Número de artículos incluidos por cada herramienta virtual.	34
Tabla 13: Número de artículos incluidos por cada palabra clave.	35
Tabla 14: Artículos según su tipo.....	38

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología de búsqueda en ProQuest.....	12
Figura 2: Metodología de búsqueda en Engineering Source.....	14
Figura 3: Metodología de búsqueda en SciELO.....	15
Figura 4: Metodología de búsqueda en Google Académico.....	17
Figura 5: Proceso para la elegibilidad y exclusión de los artículos revisados.....	26
Figura 6: Información básica respecto al tema de investigación.....	33
Figura 7: Porcentaje de artículos según su tipo.....	39
Figura 8: Búsqueda en la herramienta virtual "ProQuest".....	43
Figura 9: Búsqueda en la herramienta virtual "Google Académico".....	43
Figura 10: Búsqueda en la herramienta virtual "SciELO".....	44
Figura 11: Búsqueda en la herramienta virtual "Engineering Source".....	44

RESUMEN

La presente revisión sistemática tiene como objetivo investigar estudios de sistemas usados para la captación y purificación de agua de lluvia, reconociendo los métodos empleados para su diseño y posterior aplicación.

La información recogida proviene de revistas indexadas ubicadas en las bases de datos: ProQuest, Google Académico, Scielo y Engineering Source, en idioma español, la búsqueda se realizó mediante las palabras claves: Agua de lluvia, purificación de agua de lluvia, tratamiento de agua de lluvia, y captación de agua de lluvia. Se consideró incluir a los artículos que tuvieron relación directa con la finalidad de la presente revisión sistemática; sabiendo que el objeto de estudio son los sistemas de captación y purificación de agua de lluvia; a partir de esto se encontró diecisiete artículos relacionados, de los cuales se incluyó ocho en resultados, estos presentan diferentes modelos y metodologías usadas para la captación y purificación de agua de lluvia. Durante el proceso de investigación tuvimos como limitación encontrar la misma información en diferentes bases de datos. Finalmente se concluyó que se investigó diversos estudios de sistemas usados para la captación y purificación de agua de lluvia, los cuales varían de acuerdo al lugar de aplicación.

PALABRAS CLAVES: Agua de lluvia, purificación de agua de lluvia, tratamiento de agua de lluvia, captación de agua de lluvia.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, debido al crecimiento poblacional en la zona urbana, el uso indebido del agua, y la escasez de la misma es un problema que nos afecta a todos los ciudadanos. A nivel local diversos grupos de familias han atravesado por este problema, empezando desde las más pobres para finalmente abarcar a toda la población.

Según el (INEI, 2018) en el periodo intercensal 2007–2017, la población total del país se incrementó en 3 millones 16 mil 621 habitantes, es decir, un crecimiento de 10,7% respecto de la población total de 2007, que fue 28 millones 220 mil 764 habitantes. Además, según lo informado por él (BCRP, 2019), la población censada de Cajamarca en 2017 fue 1,34 millones de habitantes, siendo Cajamarca, en el ámbito nacional, la quinta región más poblada del país, También se sabe que en el último periodo intercensal (2007-2017), la población rural se redujo en 130 mil personas; mientras que la urbana creció en 84 mil habitantes.

En la región de Cajamarca el 87.7% de la Población cuenta con acceso al servicio diario de sistema de agua potable por red pública, de las cuales el 61.5% tienen el servicio las 24 horas y el 26.2% cuenta con el servicio por horas. (INEI, 2019). De acuerdo a estos datos podemos ver que el 12.3% de la población no tiene acceso a agua por red pública y el 26.2% solo la recibe por horas, lo cual no garantiza que las necesidades de los pobladores sean cubiertas en su totalidad.

La escasez de agua, es una problemática que va creciendo cada día más. Hace miles de años la captación de agua de lluvia era una práctica muy común para muchos pueblos, pero en nuestra época ha sido sustituida por las redes municipales o públicas de agua potable. (Adler , Carmona , & Bojalil , 2008).

Además, según (Senamhi, s.f.), en la ciudad de Cajamarca la precipitación mínima promedio se da durante el mes de julio con una acumulación de 6.05 mm/mes; y puede llegar a las precipitaciones máximas promedio durante el mes de marzo con 118.78 mm/mes. Debido a esto, podemos considerar que Cajamarca es una zona con mucha agua de lluvia la cual no es aprovechada.

(Palacio Castañeda, 2010) Menciona que al realizar un sistema para uso de agua de lluvia sus principales objetivos son: captar, recolectar, conducir, interceptar las primeras aguas, almacenar, llevar a una red de distribución y bombeo. Además de considerarse el uso de filtros cuando el agua de lluvia, este destinada para consumo humano.

El uso de filtros para la potabilización de agua en las comunidades vulnerables tiene buena aceptación y replicación puesto que el acceso al agua segura, en estos casos, es limitado o no existe. (Córdoba Parada, Acosta Alarcón, Fernando Pacheco, & Ramírez, 2016).

Por otro lado (Rojas Valencia , Gallardo Bolaños , & Martínez Coto , 2012) menciona que los proyectos que hacen uso de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia, tienen la finalidad de conocer su calidad. Para esto se realizan diferentes análisis microbiológicos y fisicoquímicos basados en la normatividad vigente.

La desinfección es un proceso importante dentro de un sistema de tratamiento de agua, se busca a partir de ella, la eliminación de microorganismos existentes que puedan causar enfermedades. Estudios realizados por la Organización Mundial de la Salud (OMS), han detectado altos niveles de coliformes totales y coliformes fecales en agua lluvia, evidenciando la necesidad de implementar procesos de tratamiento que sirvan como una

alternativa de desinfección. (Quintero Agudelo, Vargas Terranova, & Sanabria Alcantar, 2017).

En base a lo mencionado anteriormente nos planteamos las siguientes preguntas: ¿Qué se ha investigado respecto a sistemas de tratamiento de Agua de Lluvia?, ¿Se ha realizado diseños usando agua de lluvia en viviendas?, ¿Existen sistemas de purificación del agua de lluvia para consumo humano?; A partir de esto podemos plantearnos los siguientes objetivos: como objetivo general: investigar estudios de sistemas usados para la captación y purificación de agua de lluvia; y como objetivos específicos: reconocer diversos sistemas de tratamiento de agua de lluvia para su uso en viviendas, aplicar metodologías de inclusión y exclusión analizando la información, y finalmente recopilar estudios que aporten a la investigación para posteriormente analizarlos a fondo.

Finalmente, al obtener resultados podremos aportar con bases de datos y justificación sobre sistemas de tratamiento y purificación de agua de lluvia, los cuales podrían ser implementados a nivel local en un futuro, permitiendo que gran parte de la población tenga acceso a agua apta para consumo humano y uso cotidiano.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

Las preguntas de investigación que guían el proceso metodológico son las siguientes ¿Qué sistemas de tratamiento de Agua de Lluvia existen?, ¿Se ha realizado diseños usando agua de lluvia en viviendas?, ¿Existen sistemas de purificación del agua de lluvia para consumo humano?; considerando como objetivo realizar un análisis de estudio de los diversos sistemas usados a nivel internacional para el tratamiento y purificación de agua de lluvia, identificando cuál de los diferentes sistemas se adecua mejor para su implementación a nivel local, con la finalidad de que sea accesible para toda la población.

En la presente investigación se realizó una revisión sistemática de diferentes artículos, relacionados al uso de agua de lluvia, utilizando como palabras clave: agua de lluvia, tratamiento de agua de lluvia, purificación de agua de lluvia y captación de agua de lluvia.

Para el desarrollo de la investigación utilizaremos artículos científicos, revistas, páginas web y datos concisos de instituciones centradas en el tema. Finalmente hicimos uso de distintas herramientas de búsqueda como ProQuest, Google Académico, Scielo y Engineering Source; en idioma español, mediante el uso de la plataforma “Biblioteca virtual” brindada por la Universidad Privada Del Norte. Elaborando tablas para la selección de muestras aplicando los siguientes criterios: presentación, filtro (años – información) y selección definitiva.

ProQuest es una base de datos virtual, la cual nos facilita encontrar y visualizar artículos científicos, revistas, etc. Todos estos publicados bajo criterios de revisión, considerándose así, como información confiable. Además, posee opciones que nos permiten mejorar nuestra búsqueda, delimitándola por fechas, idioma, tipo de documento (noticias,

artículos, libros, etc.), textos evaluados por expertos y textos completos; podemos acceder a esta plataforma por medio de la biblioteca virtual de la Universidad Privada Del Norte. La metodología de búsqueda utilizada en esta página web se muestra en la Figura 1.

Figura 1: Metodología de búsqueda en ProQuest.



Elaboración Propia.

Al realizar la búsqueda obtuvimos:

Tabla 1: *Búsqueda de información en ProQuest.*

Herramienta Virtual	Palabra Clave	Nº de Artículos	%
ProQuest	Agua de lluvia.	2820	72.25
	Purificación de agua de lluvia.	91	2.35
	Tratamiento de agua de lluvia.	790	20.37
	Captación de agua de lluvia	195	5.03
Total de artículos revisados.		3878	100%

Elaboración Propia.

Haciendo uso de las palabras claves, realizamos la búsqueda de información en ProQuest, a través del internet, encontrando dos mil ochocientos dos artículos para “agua de lluvia”, noventa y un para “Purificación de agua de lluvia”, setecientos noventa para “Tratamiento de agua de lluvia”, y ciento noventa y cinco para “Captación de agua de lluvia”, esta información se delimito para artículos publicados en los últimos diez años, además de utilizar artículos revisados por expertos; de los cuales se seleccionaron cuatro artículos.

Engineering Source es una base de datos virtual, en la que podemos encontrar información relacionada principalmente con la ingeniería, en ella observamos una gran variedad de revistas, libros, etc. Debido a su reconocimiento es una página con contenido confiable y verídico, se encuentra disponible por medio de la biblioteca virtual de la Universidad Privada Del Norte. Además, esta página permite delimitar la búsqueda realizada por fechas, tipos de fuentes (todos los resultados o publicaciones académicas), entre otras opciones. La metodología de búsqueda utilizada en esta página web se muestra en la Figura 2.

Figura 2: Metodología de búsqueda en Engineering Source.



Elaboración Propia.

Al realizar la búsqueda obtuvimos:

Tabla 2: Búsqueda de información en Engineering Source.

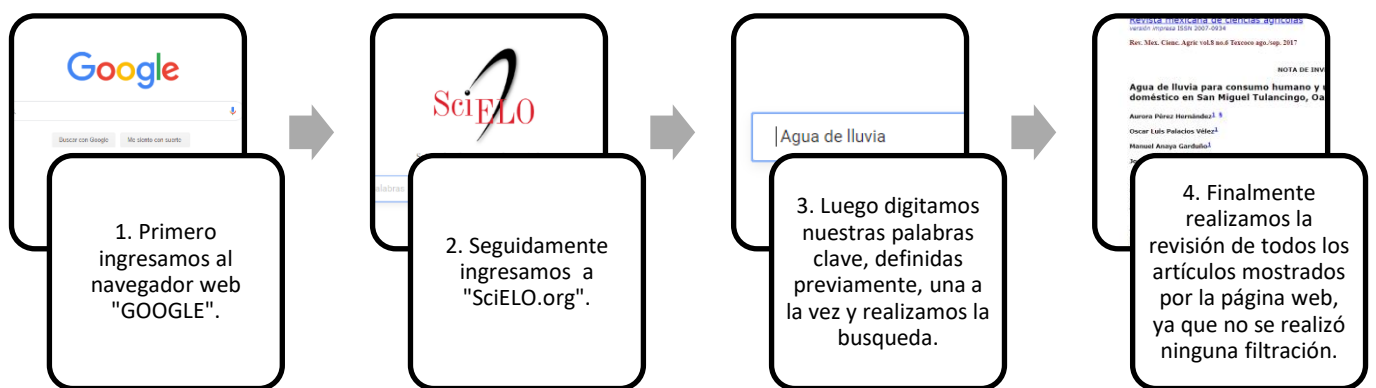
Herramienta Virtual	Palabra Clave	Nº de Artículos	%
Engineering Source	Agua de lluvia.	26	37.68
	Purificación de agua de lluvia.	39	56.52
	Tratamiento de agua de lluvia.	02	2.90
	Captación de agua de lluvia	02	2.90
Total de artículos revisados.		69	100%

Elaboración Propia.

Haciendo uso de las palabras claves, realizamos la búsqueda de información en Engineering Source, a través del internet, encontrando veinte seis artículos para “agua de lluvia”, treinta y nueve para “Purificación de agua de lluvia”, dos para “Tratamiento de agua de lluvia”, y dos para “Captación de agua de lluvia”, esta información corresponde para artículos publicados en los últimos ocho años, pertenecientes a publicaciones académicas, siendo esta la filtración realizada en esta página; de los cuales se seleccionó dos artículos.

SciELO es una base de datos virtual, en la que podemos encontrar diversos artículos y todo tipo de información enfocada a distintos ámbitos. Debido al reconocimiento con el que cuenta la página, el contenido que brinda es considerado confiable. Es muy importante resaltar que se puede realizar la búsqueda filtrándola por fecha, idioma, países, entre otros. Además, se encuentra al acceso del público en general ya que se puede acceder desde cualquier navegador. La metodología de búsqueda utilizada en esta página web se muestra en la Figura 3.

Figura 3: Metodología de búsqueda en SciELO.



Elaboración Propia.

Al realizar la búsqueda obtuvimos:

Tabla 3: *Búsqueda de información en SciELO.*

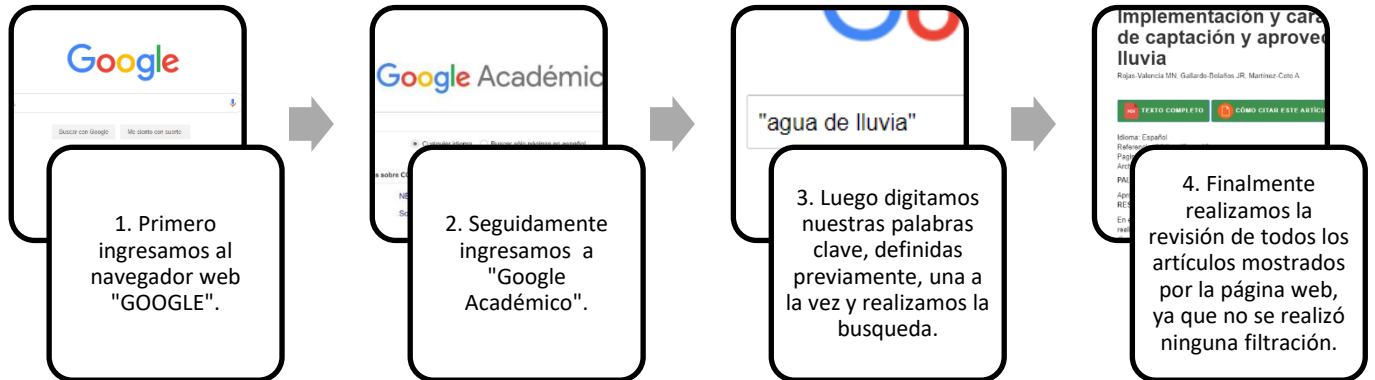
Herramienta Virtual	Palabra Clave	Nº de Artículos	%
SciELO	Agua de lluvia.	352	87.56
	Purificación de agua de lluvia.	00	0.00
	Tratamiento de agua de lluvia.	27	6.72
	Captación de agua de lluvia	23	5.72
Total de artículos revisados.		402	100%

Elaboración Propia.

Haciendo uso de las palabras claves, realizamos la búsqueda de información en SciELO., a través del internet, encontrando trescientos cincuenta y dos artículos para “agua de lluvia”, cero para “Purificación de agua de lluvia”, veintisiete para “Tratamiento de agua de lluvia”, y veintitrés para “Captación de agua de lluvia”, esta información corresponde a todos los artículos publicados en la página, ya que no se realizó el proceso de filtración; de los cuales se seleccionó tres artículos.

Google Académico es una base de datos virtual, en la que podemos encontrar información de todo tipo, como libros, artículos, actas, etc. Es una página de libre acceso ya que solo es necesario ingresar al navegador y buscarla, digitando su nombre. Para realizar la búsqueda de información es necesario escribir lo requerido, a partir de ello se puede filtrar la información brindada por la página por fecha, idioma, o por su relevancia. La metodología de búsqueda utilizada en esta página web se muestra en la Figura 4.

Figura 4: Metodología de búsqueda en Google Académico.



Elaboración Propia.

Al realizar la búsqueda obtuvimos:

Tabla 4: Búsqueda de información en Google Académico.

Herramienta Virtual	Palabra Clave	Nº de Artículos	%
Google Académico	Agua de lluvia.	35100	41.29
	Purificación de agua de lluvia.	15700	18.47
	Tratamiento de agua de lluvia.	20900	24.59
	Captación de agua de lluvia	13300	15.65
Total de artículos revisados.		85000	100%

Elaboración Propia.

Haciendo uso de las palabras claves, realizamos la búsqueda de información en Google Académico, a través del internet, encontrando treinta y cinco mil cien artículos para “agua de lluvia”, quince mil setecientos para “Purificación de agua de lluvia”, veinte mil novecientos para “Tratamiento de agua de lluvia”, y trece mil trescientos para “Captación de agua de lluvia”, esta información corresponde a todos los artículos publicados en la página, ya que no se realizó el proceso de filtración; de los cuales se seleccionó ocho artículos.

Después de revisar en las herramientas virtuales previamente mencionadas, encontramos diferentes artículos de interés primario, relacionados con las palabras claves seleccionadas, los cuales son mencionados a continuación:

Tabla 5: Información recopilada de diversas fuentes.

Fuente	Autor	Tema	Lugar	Año	Importancia
ProQuest	Natalia Palacio Castañeda.	Propuesta De Un Sistema De Aprovechamiento De Agua Lluvia Como Alternativa Para El Ahorro De Agua Potable, En La Institución Educativa María Auxiliadora De Caldas, Antioquia.	Antioquia, Colombia.	2010	Alta
ProQuest	Adolfo León Agatón, Juan Carlos Córdoba Ruiz, Uriel Fernando Carreño Sayago.	Revisión Del Estado De Arte En Captación Y Aprovechamiento De Aguas Lluvias En Zonas Urbanas Y Aeropuertos.	Bogotá, Colombia.	2016	Alta
ProQuest	Johan Oswaldo Solórzano Villarreal, Jersain Gómez Núñez, Caudex Vitelio Peñaranda Osorio.	Metodología Para Estimar La Relación De Consumo Y Captación De Agua Lluvia En Un Edificio En La Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México.	Azcapotzalco, México.	2019	Alta
ProQuest	Angie Catherin Quintero Agudelo, Camilo Andrés Vargas Terranova, Juan Pablo Sanabria Alcantar.	Evaluación De Un Sistema De Fotocatálisis Heterogénea Y Pasteurización Para Desinfección De Aguas Lluvias.	Bogotá, Colombia.	2017	Alta
Engineering Source	Ronnie Torres Hugues.	La Captación Del Agua De Lluvia Como Solución En El Pasado Y El Presente	La Habana, Cuba.	2019	Muy Alto
Engineering Source	Ronnie Torres Hugues, Ailime Lázara Fresquet Blanco.	Caracterización De La Captación De Las Aguas De Lluvia Para Tipologías De Viviendas	La Habana, Cuba.	2019	Muy Alto
SciELO	Aurora Pérez Hernández, Oscar Luis Palacios Vélez, Manuel Anaya Garduño, y	Agua De Lluvia Para Consumo Humano Y Uso Doméstico En San Miguel Tulancingo, Oaxaca.	Oaxaca, México.	2017	Alta

	Jorge Leonardo Tovar Salinas.				
SciELO	Salvador Tobías Ramírez, Judith Gabriela Hernández Pérez.	El Techo Escudo Como Captador Pluvial En Ciudad Juárez, México.	Ciudad Juárez, México	2019	Muy Alta
Google Académico	Rojas Valencia; Gallardo Bolaños; Martínez Coto.	Implementación y caracterización de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia.	Universidad autónoma de México.	2012	Muy Alta
Google Académico	Córdoba Parada; Acosta Alarcón; Fernando Pacheco; Catalina Ramírez.	Recopilación de experiencias en la potabilización del agua por medio del uso de filtros.	Bogotá, Colombia.	2016	Muy Alta
Google Académico	Ilán Adler; Gabriela Carmona; Antonio Bojalil.	Manual de Captación de Aguas de lluvia para centros Urbanos.	International Renewable Resources - DF México.	2008	Alta
Google Académico	Pérez Hernández; Palacios Vélez; Anaya Garduño; Tovar Salinas	Agua de lluvia para consumo humano y uso doméstico en San Miguel, Tulancingo, Oaxaca.	San Miguel Tulancingo, Oaxaca – México.	2017	Alta
Google Académico	Calli Moisés; Coaquira Velarde; Espinoza Julio.	Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la comunidad de Vilca Maquera, Puno - Perú.	Vilca Maquera, Puno – Perú.	2016	Alto
Google Académico	Oscar Zúñiga; Yuri Díaz.	Evaluación del aprovechamiento para consumo Humano del agua de lluvia en una micro cuenca urbana de Ibagué, Tolima Colombia.	Tolima Colombia.	2015	Baja
Google Académico	Aguilar Ramírez; Carreón Barrientos.	Análisis de la viabilidad de un sistema de captación de agua de lluvia en la ENMSGTO.	Guanajuato México.	2018	Alta
Google Académico	Instituto Nacional De Estadística E Informática.	Perú Formas De Acceso Al Agua Y Saneamiento Básico.	Lima, Perú.	2019	Muy Alta
Google Académico	Banco Central De Reserva Del Perú	Informe Económico y Social Región Cajamarca.	Cajamarca, Perú.	2019	Muy Alta
Google Académico	Instituto Nacional De Estadística E Informática.	Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017. Primeros resultados.	Lima, Perú.	2018	Muy Alta

Google Académico	Instituto Nacional De Estadística E Informática.	Perú: Informe Sociodemográfico. Informe Nacional.	Informe	Lima, Perú.	2018	Media
Google Académico	Alfonso Sánchez Rojas, Cesar Vásquez Peralta (Gobierno Regional De Cajamarca)	Mapa Climático De Departamento De Cajamarca.	Informe	Cajamarca, Perú	2010	Media
Google Académico	Absalón Vásquez V., Issaak Vásquez R., Cristian Vásquez R	Cosecha Del Agua De Lluvia Y Su Impacto En El Proceso De Desertificación Y Cambio Climático.	Informe	Perú	2014	Media

Elaboración Propia.

A partir de todos estos artículos, procedemos a realizar el proceso de exclusión, considerando aquellos que no poseen información relacionada con nuestro tema, o que se aleja de nuestro objetivo principal.

Tabla 6: *Exclusión de información de artículos investigados.*

Fuente	Autor	Tema	Lugar	Año	Motivo De Exclusión	
Google Académico	Oscar Zúñiga; Yuri Díaz.	Evaluación del aprovechamiento para consumo Humano del agua de lluvia en una micro cuenca urbana de Ibagué, Tolima Colombia.	Tolima Colombia.	2015	Información con baja relación, con respecto a la investigación a realizar.	
Google Académico	Instituto Nacional De Estadística E Informática.	Perú: Informe Sociodemográfico. Informe Nacional	Informe	Lima, Perú.	2018	Información no requerida para la presente investigación.
Google Académico	Alfonso Sánchez Rojas, Cesar Vásquez Peralta (Gobierno Regional De Cajamarca)	Mapa Climático De Departamento De Cajamarca	Informe	Cajamarca, Perú	2010	Información no requerida para la presente investigación.
Google Académico	Absalón Vásquez V., Issaak Vásquez R., Cristian Vásquez R	Cosecha Del Agua De Lluvia Y Su Impacto En El Proceso De Desertificación Y Cambio Climático	Informe	Perú	2014	La información presentada en este artículo, se aleja a nuestra búsqueda principal.

Elaboración Propia.

Finalmente, Procedemos con el proceso de inclusión, considerando aquellos artículos que fundamente nuestro problema, afiancen nuestro objetivo y nos permitan lograr resultados óptimos para nuestro trabajo de investigación.

Tabla 7: Inclusión de información de artículos investigados.

Fuente	Autor	Tema	Lugar	Año	Motivo De Inclusión
ProQuest	Natalia Palacio Castañeda	Propuesta De Un Sistema De Aprovechamiento De Agua Lluvia Como Alternativa Para El Ahorro De Agua Potable, En La Institución Educativa María Auxiliadora De Caldas, Antioquia.	Antioquia, Colombia.	2010	Información altamente relacionada con el tema de investigación
ProQuest	Johan Oswaldo Solórzano Villarreal; Jersain Gómez Núñez; Caudex Vitelio Peñaranda Osorio.	Metodología Para Estimar La Relación De Consumo Y Captación De Agua Lluvia En Un Edificio En La Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México.	Azcapotza lco, México.	2019	Información que aporta como base teórica y fundamenta el objetivo de investigación.
ProQuest	Angie Catherin Quintero Agudelo; Camilo Andrés Vargas Terranova; Juan Pablo Sanabria Alcantar.	Evaluación De Un Sistema De Fotocatálisis Heterogénea Y Pasteurización Para Desinfección De Aguas Lluvias.	Bogotá, Colombia.	2017	Presenta métodos de tratamiento de agua de lluvia, lo que busca principalmente esta investigación.
ProQuest	Adolfo León Agatón; Juan Carlos Córdoba Ruiz; Uriel Fernando Carreño Sayago.	Revisión Del Estado De Arte En Captación Y Aprovechamiento De Aguas Lluvias En Zonas Urbanas Y Aeropuertos.	Bogotá, Colombia.	2016	Relación con estudio de Captación de agua de lluvia en zonas urbanas, pudiendo relacionarse con la implementación en la ciudad de Cajamarca.
Engineering Source	Ronnie Torres Hugues.	La Captación Del Agua De Lluvia Como Solución En El Pasado Y El Presente	La Habana, Cuba.	2019	Información altamente relacionada a nuestro tema de investigación.
Engineering Source	Ronnie Torres Hugues, Ailime Lázara Fresquet Blanco.	Caracterización De La Captación De Las Aguas De Lluvia Para Tipologías De Viviendas	La Habana, Cuba.	2019	Información que apoya y sustenta nuestro proyecto de investigación.
SciELO	Aurora Pérez Hernández, Oscar Luis Palacios Vélez,	Agua De Lluvia Para Consumo Humano Y Uso	Oaxaca, México.	2017	Información altamente relacionada

	Manuel Anaya Garduño, y Jorge Leonardo Tovar Salinas.	Doméstico En San Miguel Tulancingo, Oaxaca.			a nuestro tema de investigación.
SciELO	Salvador Tobías Ramírez, Judith Gabriela Hernández Pérez.	El Techo Escudo Como Captador Pluvial En Ciudad Juárez, México.	Ciudad Juárez, México	2019	Presenta métodos de tratamiento de agua de lluvia, lo que busca principalmente esta investigación.
SciELO	Rojas Valencia; Gallardo Bolaños; Martínez Coto	Implementación y caracterización de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia.	Universidad autónoma de México.	2012	Presenta métodos de tratamiento de agua de lluvia, lo que busca principalmente esta investigación.
Google Académico	Córdoba Parada; Acosta Alarcón; Fernando Pacheco; Catalina Ramírez.	Recopilación de experiencias en la potabilización del agua por medio del uso de filtros.	Bogotá, Colombia.	2016	Información complementaria para desarrollo de proyecto de investigación.
Google Académico	Ilán Adler; Gabriela Carmona; Antonio Bojalil.	Manual de Captación de Aguas de lluvia para centros Urbanos.	Internatio nal Renewabl e Resources - DF México.	2008	Información complementaria para desarrollo de proyecto de investigación.
Google Académico	Calli Moisés; Coaquira Velarde; Espinoza Julio.	Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la comunidad de Vilca Maquera, Puno - Perú.	Vilca Maquera, Puno – Perú.	2016	Presenta métodos de tratamiento de agua de lluvia, lo que busca principalmente esta investigación.
Google Académico	Aguilar Ramírez; Carreón Barrientos.	Análisis de la viabilidad de un sistema de captación de agua de lluvia en la ENMSGTO.	Guanajuat o México.	2018	Información básica, para el desarrollo de nuestro tema de investigación.
Google Académico	Instituto Nacional De Estadística E Informática.	Perú Formas De Acceso Al Agua Y Saneamiento Básico.	Lima, Perú.	2019	Información base para determinar viabilidad del proyecto de investigación.
Google Académico	Banco Central De Reserva Del Perú.	Informe Económico y Social Región Cajamarca	Cajamarca , Perú	2019	Información base para determinar viabilidad del proyecto de investigación.
Google Académico	Instituto Nacional De Estadística E Informática.	Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017. Primeros resultados.	Lima, Perú.	2018	Información base para determinar viabilidad del proyecto de investigación.
Google Académico	Senamhi.	Tiempo en Cajamarca	Cajamarca , Perú	S.F.	Información base para desarrollo del proyecto de investigación.

Elaboración Propia.

Las selecciones de los artículos presentados anteriormente se relacionan estrechamente con el tema principal de nuestra investigación, además de tener todos los datos para una correcta citación.

El desarrollo de la humanidad ha estado marcado, por la ingeniosidad adquirida para obtener y utilizar el agua. (Torres Hugues & Fresquet Blanco, 2019).

El aprovechamiento del agua de la lluvia fue una práctica muy utilizada, esta se empleó históricamente para múltiples usos. La captación, almacenamiento y el uso del agua de lluvia tienen una gran relevancia para la mayoría de las poblaciones, sobre todo aquellas que no tienen acceso a ese vital líquido o se encuentra en escasez. (Torres Hugues, 2019).

El agua es un recurso natural vital para el ser humano, es por ello indispensable encontrar fuentes alternas de captación de agua que sean amables con el ambiente como lo es la captación de agua de lluvia, lo cual conducirá a un mejor aprovechamiento de la misma ahorrando en el consumo de agua potable. (Carreón Barrientos, 2018).

Los sistemas de captación de agua de lluvia promueven el ahorro de agua en diversos ámbitos como por ejemplo en estadios, universidades, escuelas, aeropuertos y zonas residenciales pudiendo ser usadas en descargas de inodoros, orinales y riego de jardines, lavado de pisos, entre otras. (León Agatón, Córdoba Ruiz, & Carreño Sayago, 2016).

(Adler , Carmona , & Bojalil , 2008) Mencionan que los sistemas de captación de agua de lluvia deben contribuir en la medida de lo posible a alcanzar el desarrollo sustentable con respecto al consumo del agua, con la finalidad de lograr la aceptación y participación creciente de la población urbana, en la implementación de sistemas individuales y colectivos de captación de agua de lluvia, adaptados a sus necesidades y posibilidades.

Además, (Moisés, Velarde, & Julio, 2016) Mencionan que la población carece de abastecimiento de agua potable, consumen agua de pozos rústicos y contaminados causando enfermedades gastrointestinales. Frente a esta problemática evaluaron la cobertura de las viviendas rurales para la captación del agua de lluvia con fines de consumo humano diseñando un sistema de almacenamiento y bombeo del agua de lluvia, cumpliendo los parámetros de la calidad de agua que están dentro de los niveles permitidos por los estándares nacionales de la calidad del agua.

Por su parte (Pérez Hernández, Palacios Vélez, Anaya Garduño, & Tovar Salinas, 2017) mencionan que, para la captación de agua de lluvia es necesario realizar estudios previos de precipitación en la zona y realizar el diseño de acuerdo a la población a beneficiar. Finalmente concluyen que el agua de lluvia como fuente alterna, tendrá una calidad adecuada para su consumo, siempre y cuando se siga, desde su captación, almacenamiento, tratamiento y disposición, las normas básicas de higiene.

(Solórzano Villarreal, Gómez Núñez, & Peñaranda Osorio, 2019) Analizaron la relación entre el consumo de agua en un edificio y la cantidad de agua que se podría recolectar durante las precipitaciones, en primer lugar, obtuvieron datos de las precipitaciones de los últimos 59 años, de ocho estaciones climatológicas más cercanas a la zona de estudio, luego estudiaron el área de captación (techo) obteniendo el volumen medio por mes. Por otro lado, realizaron a lo largo de dos semanas muestreos para contabilizar el número de personas que ingresan a usar los sanitarios y la limpieza que realizan los trabajadores, dentro de un horario establecido. Estos datos permitieron estimar la cantidad media de agua que demanda el edificio en estudio por día. Con la información de la captación media por mes y de la demanda media por día se realiza un balance diario que permite

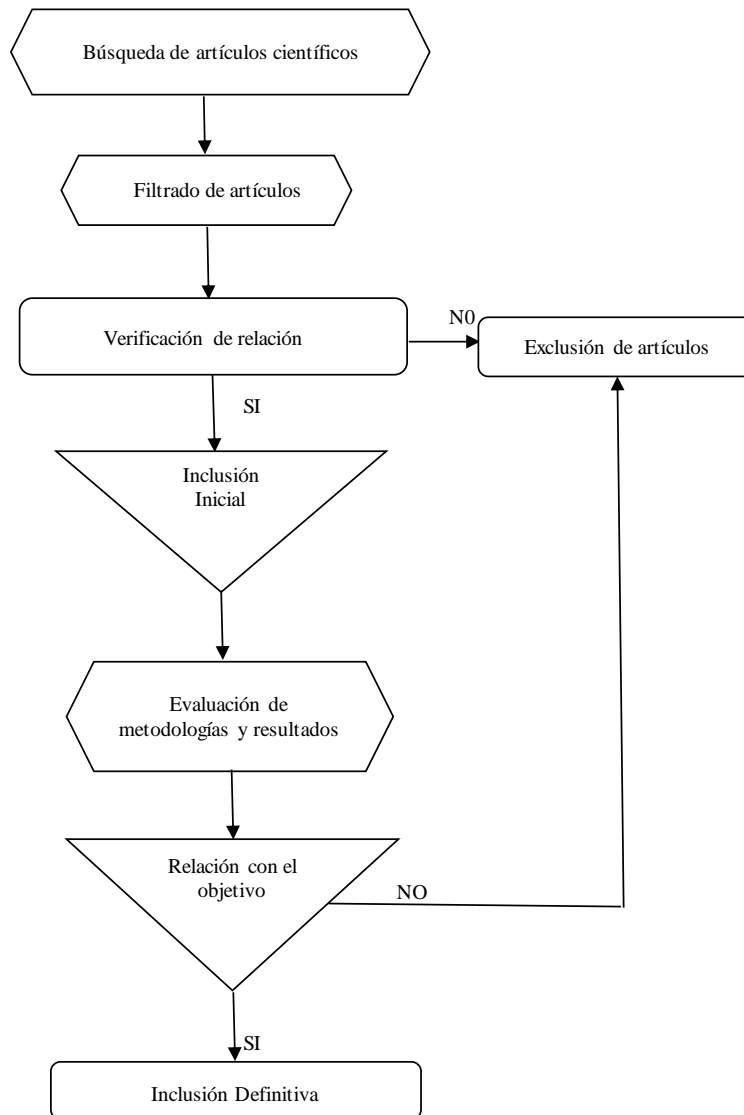
identificar los momentos en que la demanda es mayor y se requiere dotación externa; o la captación es mayor y se presenta un superávit de agua que permite almacenarla.

Finalmente (Palacio Castañeda, 2010) elaboró un sistema el cual consiste en la captación de agua de lluvia a través de los techos, los cuales tendrán una pendiente mínima de 20%, seguidamente el agua será recolectada en canaletas, llegando al interceptor de primeras aguas, el cual cuenta con una boya para evitar reboce, posteriormente el agua continuara por la canaleta hasta llegar al tanque de almacenamiento el cual fue diseñado de acuerdo a las cantidades de agua de lluvia en la zona de estudio , finalmente el agua va a las redes de distribución las cuales estarán conectadas a sanitarios, urinarios y lava-escobas. El sistema de bombeo se diseña principalmente de acuerdo con el caudal requerido por los aparatos sanitarios, la altura dinámica total, las pérdidas por fricción y por accesorios, entre otros parámetros. Debido a que el diseño no contempla el consumo humano como uso principal del agua lluvia captada y como la precipitación de la zona es alta y constante, la contaminación de los techos se estará removiendo continuamente. Por lo tanto, no es necesario instalar un filtro para este trabajo.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Después de haber revisado diferentes investigaciones, se incluyó a aquellos artículos que nos permiten alcanzar el objetivo de la presente investigación. Además, se excluyó a todos los artículos considerados deficientes en su metodología y resultados. En el presente diagrama de flujo, (Figura 5), se presenta el proceso para la elegibilidad y exclusión de los artículos revisados.

Figura 5: *Proceso para la elegibilidad y exclusión de los artículos revisados.*



Elaboración Propia.

Desde la tabla 8 hasta la tabla 10, se presenta la información de los artículos revisados previamente, los cuales se incluyeron, por aportar eficazmente a la investigación, separados de acuerdo a la palabra clave con los que se los encontró.

Tabla 8: *Artículos seleccionados mediante la palabra clave "Agua de lluvia"*.

Fuente	Título	Autores	Lugar y Fecha	Metodología	Resultados
ProQuest	Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia.	Natalia Castañeda	Palacio Antioquia, Colombia. - 2010	Se propuso un sistema de captación y distribución de agua de lluvia, para uso en servicios higiénicos en una institución educativa; el sistema consta en captar el agua de lluvia a través a través del techo, el cual tiene una pendiente de 20%; seguidamente el agua se recolecta y conduce mediante canaletas con mallas las cuales retendrán solidos como hojas y ramas; a estas estará conectada una bajante de 4" de diámetro conduciendo al interceptor de primeras aguas y al tanque de almacenamiento, en este punto el agua es distribuida haciendo uso de una bomba.	El proyecto cumple el objetivo principal ya que técnicamente es viable para hacer un uso eficiente del agua dentro de la institución educativa, pues con la precipitación de la zona, se logra abastecer completamente los servicios higiénicos, durante nueve meses del año, y los tres meses restantes se abarca más del 90% de la demanda, siendo necesario suplir menos del 10% con agua potable. Por otro lado, la inversión inicial es muy alta, por lo que no logra ser un sistema de bajo costo, lo que puede volverlo inaccesible si no se cuenta con la adecuada financiación.
ProQuest	Metodología para estimar la relación de consumo y captación de agua lluvia en un edificio en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad	Johan Oswaldo Solórzano Villarreal; Jersain Gómez Núñez; Caudex Vitelio Peñaranda Osorio.	Azcapotzalco, México. - 2019	La metodología consistió en cuatro pasos fundamentales, primero la estimación del volumen de agua a captar, realizado mediante datos estadísticos de precipitación de la zona; seguidamente se determinó el volumen de la demanda de agua	Los resultados obtenidos determinan que el agua de lluvia recolectada sería suficiente para cubrir la demanda del edificio haciendo uso de un tanque de 5m ³ , el cual abastecerá durante nueve

	Azcapotzalco, México.			del lugar en donde se implementaría el sistema mediante muestreos; además se realizó un balance de captación – demanda, finalmente se elaboró la modelación del comportamiento de los tanques de almacenamiento, donde mediante cálculos determinan el número y volumen de los tanques a implementar.	meses del año y los otros tres deberían ser complementados con el agua de red pública, contribuyendo a disminuir la sobreexplotación del acuífero. Además de evitar que el agua de lluvia valla el desagüe y cause saturaciones.
SciELO	El Techo Escudo Como Captador Pluvial En Ciudad Juárez, México.	Salvador Tobías Ramírez, Judith Gabriela Hernández Pérez.	Oaxaca, México. - 2019	En el presente artículo podemos encontrar tres modelos de sistemas de captación de agua de lluvia; el primero denominado Modelo Testigo (MT), el cual cuenta con una losa de concreto armado de espesor de 12 cm y recubrimiento de impermeabilizante asfáltico en la parte superior, y en la parte lateral recubierta con placas de poliestireno de 2” de espesor, conectado a tubos de PVC de 4” hacia dos contenedores de 44 L cada uno. El segundo modelo llamado Techo escudo con pendiente de 2% (TE2), posee las mismas características que el Modelo Testigo, pero con la adición del techo escudo a base de lámina galvanizada. Finalmente, el modelo Techo Escudo con pendiente de 27% (TE15), el cual es muy parecido al (TE2), pero el techo escudo a base de lámina galvanizada cambia la pendiente de ser necesario.	Al poner a prueba estos tres sistemas por un periodo de tres meses, se determinó que el más eficiente es el denominado Techo Escudo con pendiente de 27% (TE15), el cual recolecto 21.94% más agua que Techo escudo con pendiente de 2% (TE2), y 31.03% que el Modelo Testigo (MT). Además, el modelo (TE15) conto con mejor eficiencia térmica.

Elaboración Propia.

Tabla 9: *Artículos seleccionados mediante la palabra clave "Purificación de agua de lluvia".*

Fuente	Título	Autores	Lugar y Fecha	Metodología	Resultados
ProQuest	Evaluación De Un Sistema De Fotocatálisis Heterogénea Y Pasteurización Para Desinfección De Aguas Lluvias.	Angie Catherin Quintero Agudelo; Camilo Andrés Vargas Terranova; Juan Pablo Sanabria Alcantar.	Bogotá, Colombia. - 2017	El sistema empleado consta de siete partes, primero los canales de captación de agua lluvia; segundo el tanque de interceptor de primeras aguas; tercero el tanque de almacenamiento de agua lluvia; cuarto el filtro lento de lechos áridos; quinto el sistema de desinfección Solar, fotocátalisis heterogénea y pasteurización; sexto el sistema de recirculación; y finalmente el tanque de distribución final. Los cuales fueron instalados y puestos a prueba; la operación y medición del sistema se realizó aleatoriamente dos días a la semana durante un mes.	Los resultados obtenidos indican que el sistema permite que las personas que lo usen tengan acceso al agua, pero existen deficiencias en el sistema de desinfección, debido a las diferentes condiciones y cambios climáticos en la zona de experimentación. La evaluación del sistema de desinfección solar indica que no hubo ausencia de coliformes por la pasteurización, puesto que la temperatura ambiente de la zona en algunos días no es la suficiente para elevar la temperatura del agua en el sistema, indicando así que la desinfección se logró por la fotocátalisis heterogénea.

Elaboración Propia.

Tabla 10: *Artículos seleccionados mediante la palabra clave "Captación de agua de lluvia".*

Fuente	Título	Autores	Lugar y Fecha	Metodología	Resultados	
SciELO	Agua de lluvia para consumo humano y uso doméstico en San Miguel Tulancingo, Oaxaca.	Aurora Hernández, Luis Palacios Manuel Garduño, y Leonardo Salinas.	Pérez Oscar Vélez, Anaya Jorge Tovar	Ciudad Juárez, México. - 2017	La instalación de un sistema de captación de agua de lluvia (SCALL), consta de dos áreas de captación (A1 Y A2), recubierta por una geomembrana de PVC, las cuales tienen 4 y 2 áreas de almacenamiento respectivamente, además de contar con sedimentadores para cada área de captación y muros de contención que aseguran la funcionalidad del proyecto; para agua de consumo humano se consideraran sistema de tren terciario con: filtro tamiz, filtro de carbón activado, filtros pulidores, ozono, y rayos ultravioleta. Finalmente, el sistema contará con un de bombeo que permita la distribución del agua.	A partir de los cálculos realizados, diseñado para una población de 500 personas, con una dotación diaria de agua de 3.4 L para consumo humano y 20 L para uso doméstico, se obtiene que para brindar un promedio de 50 L por persona por día es necesario captar un total de 4270.5 m ³ de agua de lluvia; y al calcular las precipitaciones en la zona se obtiene que es suficiente para abastecer a la población.
Google Académico	Manual de Captación de Aguas de lluvia para centros Urbanos.	Ilán Adler; Gabriela Carmona; Antonio Bojalil.	Internacional Renewable Resources - DF México. - 2008	Los sistemas de captación de agua de lluvia deben contribuir en la medida de lo posible a alcanzar el desarrollo sustentable con respecto al consumo del agua, con la finalidad de lograr la aceptación y participación creciente de la población urbana, en la implementación de sistemas individuales y colectivos de captación de agua de lluvia, adaptados a	Partiendo de esta primera premisa los sistemas de captación y tratamiento de agua pluvial se pueden diseñar como sistemas enfocados a satisfacer uno o varios usos durante un cierto tiempo, pero el sistema pudiera diseñarse también para satisfacer el 100% de la necesidad de agua en todo el año, siempre y cuando el espacio, los recursos y la cantidad de lluvia en una zona lo	

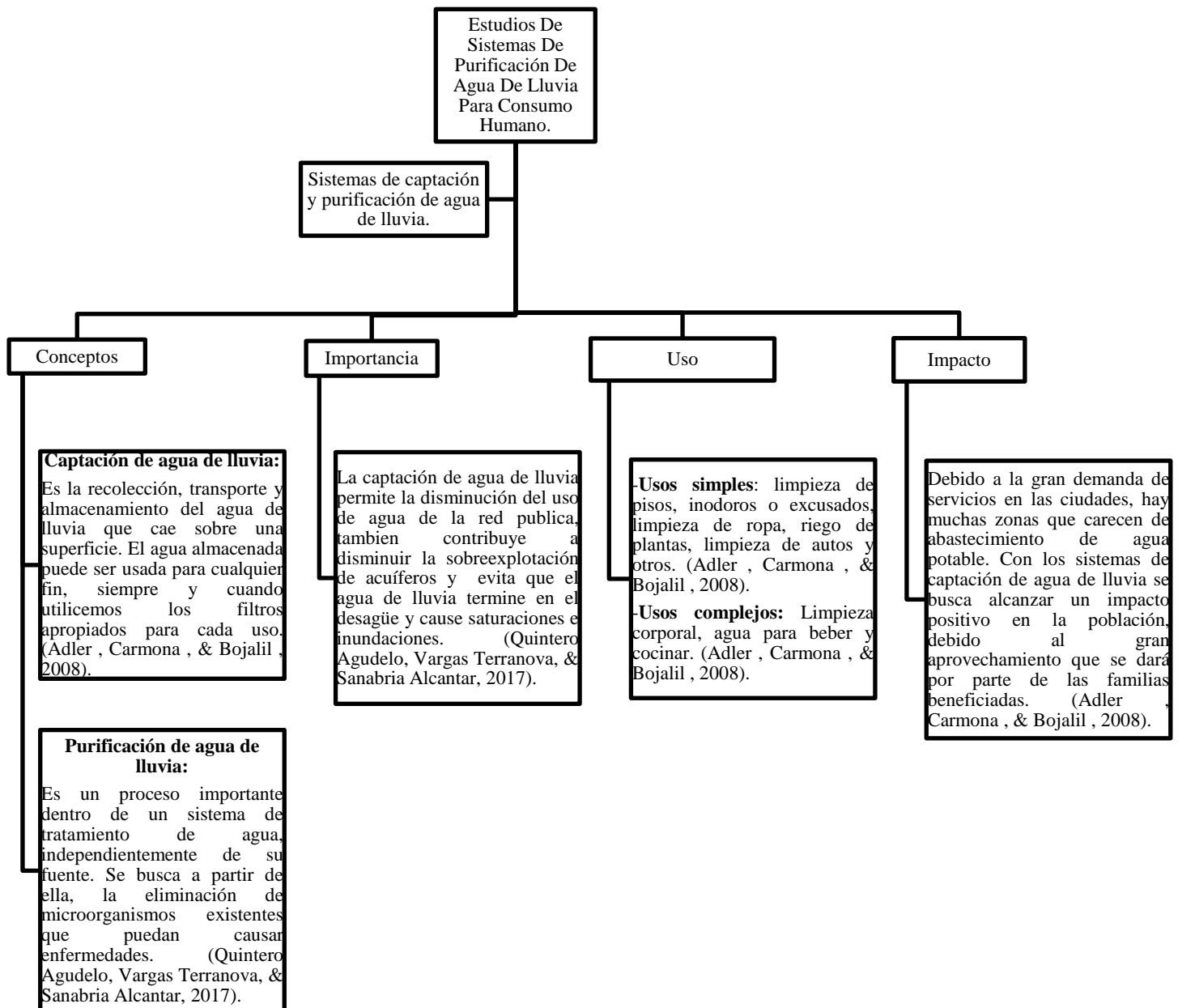
				<p>sus necesidades y posibilidades. Cada sistema consistirá en captar el agua de lluvia en los diferentes techos teniendo en cuenta la pendiente y el área de cada uno, luego se calculará el tamaño de los canales y los diámetros de las tuberías que trasladaran el agua de lluvia. Pasando por un desarenador hacia la cisterna pluvial, y con el apoyo de una electrobomba y una serie de filtros subir el agua hacia el tanque elevado para su posterior repartición en los diferentes ambientes de la edificación.</p>	<p>permitan. Siendo así el ciclo de vida de cada captación de agua de lluvia muy extenso según el mantenimiento que reciba cada un determinado tiempo.</p>
<p>Google Académico</p>	<p>Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la comunidad de Vilca Maquera, Puno - Perú.</p>	<p>Calli Moisés; Coaquira Velarde; Espinoza Julio.</p>	<p>Vilca Maquera, Puno – Perú. - 2016</p>	<p>Este estudio evaluó la cobertura de las viviendas rurales, para la captación del agua de lluvia con fines de consumo humano y diseñar un sistema de captación, almacenamiento y bombeo del agua de lluvia. Para ello se aplicó 82 encuestas de una población total de 209 viviendas, durante el año del 2013, en la Comunidad de Vilca Maquera, del Distrito de Pilcuyo; luego se realizó cálculos de la demanda de agua por familia, precipitación pluvial neta, cobertura de captación, almacenamiento y bombeo del agua captada, considerando los recursos con que cuentan las viviendas rurales y las especificaciones</p>	<p>Se obtuvo para un promedio de cuatro integrantes de familia, un volumen de 73 m³, con una cobertura de 120 m², consumiéndose 24.2 m³ en los meses de diciembre a marzo y el resto es almacenado en una cisterna. La oferta de la precipitación neta durante los meses de lluvia alcanza 721.44 milímetros, siendo la sección transversal de la canaleta rectangular de 0.016 m² y la potencia de la bomba de 0.5 Hp. De la investigación se concluye, que el agua captada en una superficie de 120 m² es suficiente para cubrir los requerimientos de agua de la población y los parámetros de la calidad de agua están dentro de los niveles permitidos</p>

					técnicas de cada una.	por los estándares nacionales de calidad ambiental.
Google Académico	Análisis de la viabilidad de un sistema de captación de agua de lluvia en la ENMSGTO.	Aguilar Ramírez; Carreón Barrientos.	Guanajuato México. - 2018	Se utilizaron los registros de precipitación pluvial mensual del periodo 2003 al 2016. Además, se realizó cálculos para determinar la demanda de agua mensual de las personas beneficiadas, el ahorro en el consumo de agua potable y el cálculo del volumen del tanque de almacenamiento utilizando el programa Excel. El análisis del sistema de captación de agua de lluvia se llevó a cabo para el edificio del Departamento Psicopedagógico donde trabajan 5 personas, teniendo un consumo de agua de 25 L diarios por cada persona y su área de captación es de 110 m ² .		El análisis realizado indica que la utilización de un sistema de captación de agua de lluvia (SCALL) es una opción viable, lo que permitirá el ahorro de agua potable al disminuir su consumo. El volumen de agua de lluvia captado a partir del mes de junio cubre la demanda de agua del Departamento Psicopedagógico y permite su almacenamiento para utilizarla durante los meses donde ya no se presentan eventos pluviales.

Elaboración Propia.

En la Figura 6, se describe las características de la presente investigación, señalando conceptos principales, la importancia del mismo, sus posibles formas de uso y el impacto que ofrecería su incorporación a nivel local.

Figura 6: Información básica respecto al tema de investigación.



Elaboración Propia.

De los ocho artículos incluidos, las fechas de publicación varían entre el año 2008 hasta el año 2019, en la tabla 11, podemos observar el porcentaje de ellos en intervalos de cuatro años.

Tabla 11: *Número de artículos incluidos de acuerdo al año de publicación.*

Año de publicación (Intervalo)	Número de artículos	%
2008-2011	2	25.00
2012-2015	0	0.00
2016-2019	6	75.00
Total	8	100%

Elaboración Propia.

A partir de esta tabla podemos observar que entre el año 2008 al 2011, se usó dos artículos, los cuales hacen un 25.00% de la revisión total, sin embargo, entre el año 2012 y 2015 no se seleccionó ningún artículo, mientras que entre los años 2016 y 2019, hay 6 artículos escogidos, los que hacen un 75.00% del total.

En la tabla 12 podemos observar el porcentaje de artículos obtenidos de las diferentes herramientas virtuales como: ProQuest, Engineering Source, SciELO y Google Académico.

Tabla 12: *Número de artículos incluidos por cada herramienta virtual.*

Herramienta virtual	Número de artículo	%
ProQuest	3	37.50
Engineering Source	0	0.00
SciELO	2	25.00
Google Académico	3	37.50
Total	8	100%

Elaboración Propia.

De la herramienta virtual ProQuest se incluyó tres artículos, haciendo un 37.50%, en Engineering Source no se utilizó ninguno, mientras que en SciELO se incluyó dos artículos siendo un 25.00%, y en Google Académico se usaron 3 artículos, abarcando el 37.50% del total de artículos incluidos.

Para la búsqueda de la información presentada, se hizo uso de cuatro palabras clave, en la tabla 13, podemos observar el porcentaje de artículos encontrados con cada una de ellas.

Tabla 13: *Número de artículos incluidos por cada palabra clave.*

Palabras clave	Número de artículo	%
Agua de lluvia	3	37.50
Purificación de agua lluvia	1	12.50
Tratamiento de agua de lluvia	0	0.00
Captación de agua de lluvia	4	50.00
Total	8	100%

Elaboración Propia.

Mediante la búsqueda con la palabra clave “agua de lluvia”, se incluyó tres artículos (37.50%); para “purificación de agua de lluvia”, un solo artículo (12.50%); mientras que para “tratamiento de agua de lluvia”, no se incluyó ningún artículo debido a que los resultados de la búsqueda presentaban repeticiones de artículos ya incluidos; y para “captación de agua de lluvia”, se incluyó cuatro artículos (50.00%).

Comparación de resultados

Durante la búsqueda inicial de información, para la elaboración del proyecto de investigación se incluyó diecisiete artículos, seguidamente se realizó la revisión de metodologías y resultados, finalmente incluimos ocho artículos, los cuales presentan diferentes sistemas de captación y purificación de agua de lluvia, lo que nos permite responder a nuestra problemática y poder lograr nuestros objetivos.

Los nueve artículos que fueron excluidos no favorecían a nuestro estudio, ya que su enfoque es diferente al de la presente investigación.

A partir de los ocho artículos incluidos, podemos observar que parte de ellos presentan metodologías similares; es el caso de (Palacio Castañeda, 2010) y (Quintero Agudelo, Vargas Terranova, & Sanabria Alcantar, 2017), los cuales mencionan que para captar agua de lluvia se debe partir en los techos de las edificaciones, a partir de ahí conducirlo mediante canaletas, hacia un tanque de recolección de primeras aguas y posteriormente al tanque de almacenamiento a partir del cual el agua será distribuida para su uso. Estos sistemas tuvieron resultados positivos durante el proceso de pruebas permitiendo que sean consideradas viables, pero a su vez son sistemas de alto costo, siendo esto una gran desventaja.

Además, (Pérez Hernández, Palacios Vélez, Anaya Garduño, & Tovar Salinas, 2017) y (Adler, Carmona, & Bojalil, 2008), se enfocan principalmente en obtener agua de lluvia para consumo humano, ellos mencionan características similares de captación a lo ya mencionado anteriormente, pero incorporan formas de limpieza y desinfección ya sea mediante filtros lentos o haciendo uso de la radiación solar. Estos sistemas también tuvieron resultados positivos, sin embargo, el costo inicial sigue siendo alto.

Por otro lado (Solórzano Villarreal, Gómez Núñez, & Peñaranda Osorio, 2019) y (Carreón Barrientos, 2018), elaboran estudios previos de precipitación en la zona evaluada y realizan cálculos que les permiten establecer los posibles volúmenes a captar, para finalmente determinar si estos abastecerán efectivamente a la población que se desea beneficiar, ambas investigaciones obtuvieron resultados positivos permitiendo la viabilidad de los proyectos.

Por su parte (Moisés, Velarde, & Julio, 2016), elaboraron encuestas a una muestra de la población total, para determinar la demanda de agua, y realizan estudios de precipitación, para finalmente calcular el área en donde se recolectará el agua de lluvia necesaria, e incorporar el sistema de recolección para beneficio de los usuarios.

Finalmente (Ramírez & Hernández, 2019), mencionan tres modelos propios para captación de agua de lluvia, los cuales constan principalmente de un tanque de recolección, conectado a dos contenedores de 44 L cada uno, para posteriormente distribuir el agua según sea necesario. El primer modelo cuenta con una tapa de concreto la cual se encuentra recubierta con impermeabilizante asfáltico en la parte superior, y en la parte lateral recubierta con placas de poliestireno de 2" de espesor, a este lo denominó Modelo Testigo (TE); el segundo modelo posee el denominado techo escudo elaborado a base de lámina galvanizada, colocado con una pendiente de 2% a este lo denominó Techo escudo con pendiente de 2% (TE2); y el tercero denominado techo escudo con pendiente de 27% (TE15), el cual también cuenta con el techo escudo a base de lámina galvanizada pero con la ventaja que la pendiente puede ser regulada a partir de su colocación en 27%. Finalmente, después de ponerlos a prueba el tercer modelo obtuvo mejores resultados al momento de recolectar el agua de lluvia, debido a la ventaja de cambiar las pendientes según sea necesario.

De los artículos anteriormente presentados podemos clasificarlo según su tipo, ya sea cualitativa y cuantitativa, esta información la podemos observar en la Tabla 14.

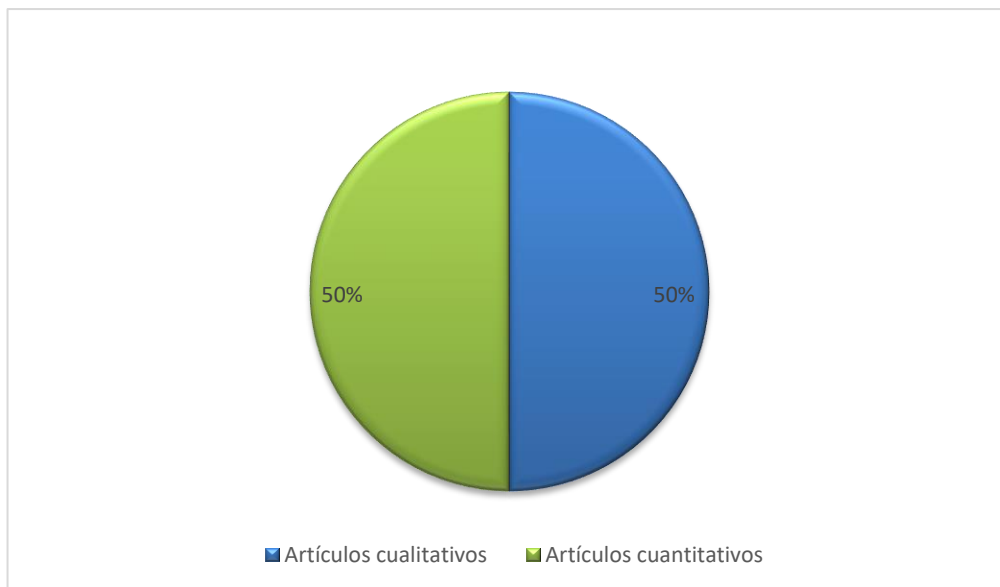
Tabla 14: *Artículos según su tipo.*

Tipo	Titulo
Cualitativo	Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia.
Cualitativo	Metodología para estimar la relación de consumo y captación de agua lluvia en un edificio en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México.
Cuantitativo	El Techo Escudo Como Captador Pluvial En Ciudad Juárez, México.
Cuantitativo	Evaluación De Un Sistema De Fotocatálisis Heterogénea Y Pasteurización Para Desinfección De Aguas Lluvias.
Cuantitativo	Agua de lluvia para consumo humano y uso doméstico en San Miguel Tulancingo, Oaxaca.
Cualitativo	Manual de Captación de Aguas de lluvia para centros Urbanos.
Cuantitativo	Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la comunidad de Vilca Maquera, Puno - Perú.
Cualitativo	Análisis de la viabilidad de un sistema de captación de agua de lluvia en la ENMSGTO.

Elaboración Propia.

A partir de esta tabla podemos diferenciar los tipos de artículos incluidos, y podemos realizar la Figura 7.

Figura 7: Porcentaje de artículos según su tipo.



Elaboración Propia.

En la Figura 7, observamos que en la presente investigación tenemos la misma cantidad de artículos de tipo cualitativo como cuantitativo.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES

1. Se investigó diversos estudios de sistemas usados para la captación y purificación de agua de lluvia.
2. Se reconoció diversos sistemas usados para el tratamiento de agua de lluvia y su uso en viviendas.
3. Se aplicó metodologías de inclusión y exclusión para la información encontrada basándonos en sus métodos de diseño y aplicación.
4. Se recopiló diversos estudios, siendo analizados arduamente, para su aporte eficaz a la presente investigación.
5. La única limitación, fue encontrar la misma información en diferentes bases de datos, lo que no permitió que la revisión sistemática tenga mayor número de artículos incluidos, y por lo tanto mejores resultados.
6. Se recomienda reconocer en primera instancia, el tema a desarrollar en una revisión sistemática, para posteriormente identificar claramente a las palabras clave, y obtener así mejores resultados durante el proceso de búsqueda de información.
7. Se recomienda hacer uso de fuentes confiables para la recolección de información, con la finalidad de garantizar la veracidad de nuestra revisión sistemática.

REFERENCIAS

Adler , I., Carmona , G., & Bojalil , J. A. (2008). Manual De Captación De Aguas De Lluvia Para Centros Urbanos. International Renewable Resources Institute Mexico. Obtenido de http://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2014-07-09_06-51-41106740.pdf.

1. BCRP, B. C. (2019). Informe Económico y Social Región Cajamarca. *Encuentro Económico*.
2. Carreón Barrientos, A. R. (2018). Análisis de la viabilidad de un sistema de captación de agua de lluvia en la ENMSGTO.
3. Córdoba Parada, J. D., Acosta Alarcón, R., Fernando Pacheco, J., & Ramírez, C. (2016). Recopilación de experiencias en la potabilización del agua por medio del uso de filtros. *Inventum*.
4. INEI, I. N. (2018). *Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017. Primeros Resultados*. Lima.
5. INEI, I. N. (2019). *Perú Formas De Acceso Al Agua Y Saneamiento Básico*. Lima.
6. León Agatón, A., Córdoba Ruiz, J. C., & Carreño Sayago, U. F. (2016). Revisión del estado de arte en captación y aprovechamiento de aguas lluvias en zonas urbanas y aeropuertos. *Universidad Distrital Francisco José De Caldas*.
7. Moisés, C., Velarde, C., & Julio, E. (2016). Captación de agua de lluvia en cobertura de viviendas rurales para consumo humano en la comunidad de Vilca Maquera, Puno - Perú. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5645608>.
8. Palacio Castañeda, N. (2010). Propuesta de un sistema de aprovechamiento de agua lluvia como alternativa para el ahorro de agua potable, en la institución educativa María Auxiliadora de Caldas, Antioquia. *Revista Gestión y Ambiente*.
9. Pérez Hernández, A., Palacios Vélez, O. L., Anaya Garduño, M., & Tovar Salinas, J. L. (2017). Agua De Lluvia Para Consumo Humano Y Uso Doméstico En San Miguel Tulancingo, Oaxaca. *Mex. Cienc. Agríc vol.8 no.6*. Obtenido de

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000601427&lang=es.

10. Quintero Agudelo, A. C., Vargas Terranova, C. A., & Sanabria Alcantar, J. P. (2017). Evaluación De Un Sistema De Fotocatálisis Heterogénea Y Pasteurización Para Desinfección De Aguas Lluvias.

11. Ramírez, S. T., & Hernández, J. G. (2019). El Techo Escudo Como Captador Pluvial En Ciudad Juárez, México.

12. Rojas Valencia , M., Gallardo Bolaños , J., & Martínez Coto , A. (2012). *Medigraphic.com*. Obtenido de Implementación y caracterización de un sistema de captación y aprovechamiento de agua de lluvia: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=36544>.

13. Senamhi. (s.f.). *Ministerio Del Ambiente* . Obtenido de Senamhi.gob.pe: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=pronostico-detalle>.

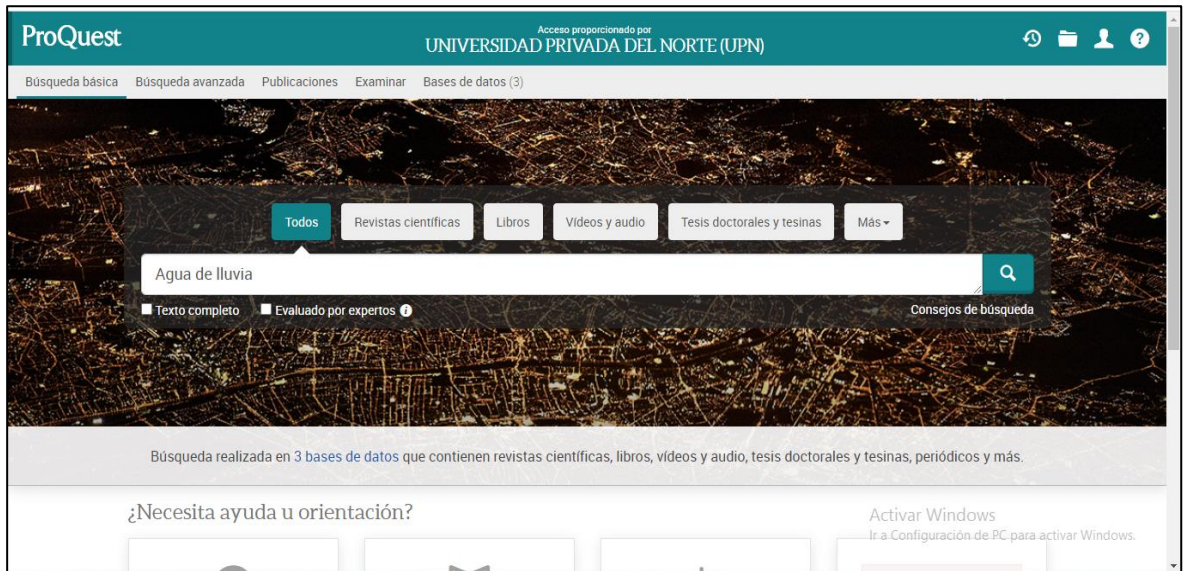
14. Solórzano Villarreal, J. O., Gómez Núñez, J., & Peñaranda Osorio, C. V. (2019). Metodología para estimar la relación de consumo y captación de agua lluvia en un edificio en la Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, México. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*.

15. Torres Hugues, R. (2019). La Captación Del Agua De Lluvia Como Solución En El Pasado Y El Presente. *Ingeniería Hidráulica Y Ambiental, VOL. XL, No. 2,* 125-139.

16. Torres Hugues, R., & Fresquet Blanco, A. L. (2019). Caracterización De La Captación De Las Aguas De Lluvia Para Tipologías De Viviendas. *Ingeniería Hidráulica Y Ambiental, VOL. XLI, No. 1,* 100-114.

ANEXOS

Figura 8: *Búsqueda en la herramienta virtual "ProQuest".*



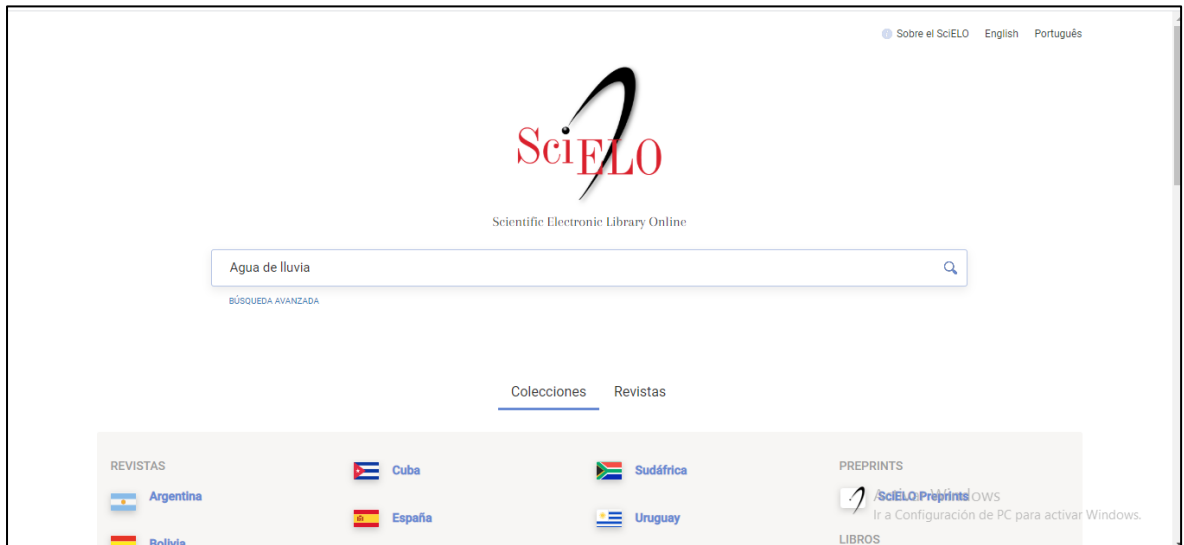
Fuente: ProQuest.

Figura 9: *Búsqueda en la herramienta virtual "Google Académico".*



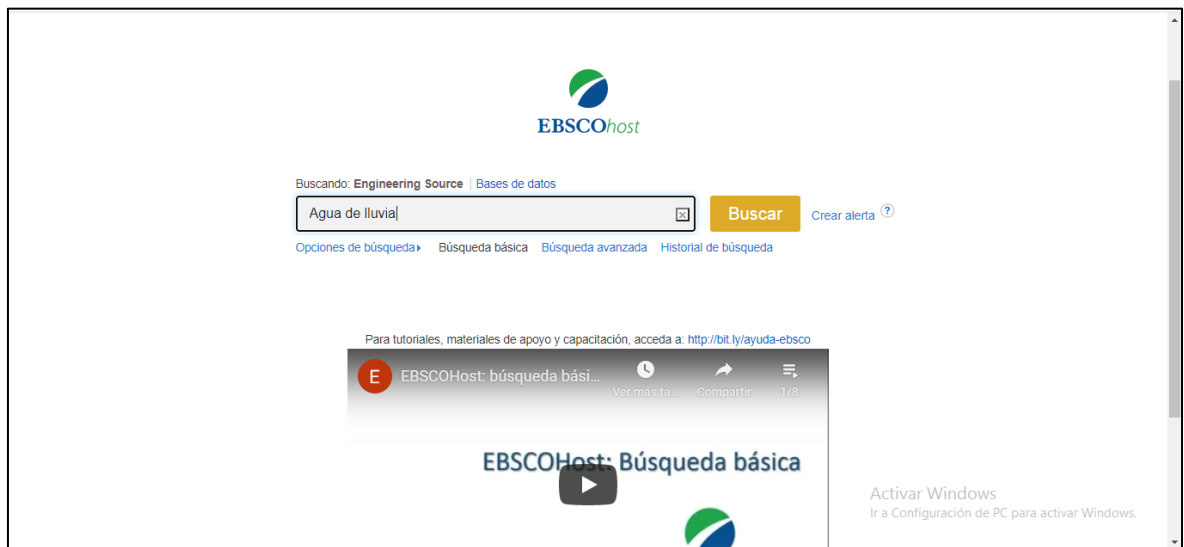
Fuente: Google Académico.

Figura 10: *Búsqueda en la herramienta virtual "SciELO".*



Fuente: SciELO.

Figura 11: *Búsqueda en la herramienta virtual "Engineering Source".*



Fuente: Engineering Source.