



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Filtros domésticos de agua potable: Revisión sistemática.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

**AUTORA:**

Cárdenas Zevallos, Adriana Lidia (ORCID: 0000-0002-4536-783X)

**ASESOR:**

Mg. Ugarte Alván, Carlos Alfredo (ORCID: 0000-0001-6017-1192)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión de riesgos y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2022

### **DEDICATORIA**

A mi familia, por haberme brindado su comprensión y apoyo incondicional en los momentos de dudas y decisiones difíciles. Así como a Dios, por ayudarme a nunca apartarme del buen camino, sirviéndome como guía por mi senda auto superación.

### **AGRADECIMIENTO**

A las autoridades de la Universidad César Vallejo, que han efectuado las gestiones que hoy me permiten aproximarme cada vez más al cumplimiento de mis metas profesionales. Asimismo, darle un especial agradecimiento a mi asesor institucional, el Mg. Carlos Alfredo Ugarte Alván, por su paciencia y comprensión.

## Índice de contenidos

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de figuras .....	vi
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
I. INTRODUCCIÓN .....	3
II. MARCO TEÓRICO .....	6
III. METODOLOGÍA .....	20
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística .....	21
3.3. Escenario de estudio.....	23
3.4. Participantes .....	23
3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.6. Procedimiento .....	25
3.7. Rigor científico.....	26
3.8. Método de análisis de información .....	26
3.9. Aspectos éticos .....	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
V. CONCLUSIONES .....	58
VI. RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS.....	61
ANEXOS .....	70

## Índice de tablas

Tabla 1: Artículos seleccionados .....	7
Tabla 2: Matriz de categorización apriorística .....	21
Tabla 3: Categoría "Tipos de filtración" .....	33
Tabla 4: Categoría "Elemento filtrado" .....	43
Tabla 5: Categoría "Impacto" .....	52
Tabla 6: Matriz de consistencia .....	70

## Índice de figuras

Figura 1: Procedimiento de selección de artículos .....	25
Figura 2: Países donde se realizaron las investigaciones .....	28
Figura 3: Bases de datos consultadas .....	29
Figura 4: Línea temporal .....	30
Figura 5: Enfoques de las investigaciones .....	31
Figura 6: Alcances de los estudios analizados .....	32
Figura 7: Porcentajes de los tipos de filtración .....	42
Figura 8: Porcentaje de elementos filtrados .....	51
Figura 9: Porcentaje del impacto .....	57

## RESUMEN

Esta investigación buscó analizar artículos sobre filtros domésticos de agua potable POU, que se hayan publicado en el periodo de los años 2017 al 2021. La metodología empleada incluyó al tipo de investigación básica, el enfoque cualitativo, y el diseño narrativo. Empleando como fuentes de análisis a artículos de investigación extraídos de revistas indexadas en los que se analice la aplicación de los filtros domésticos POU con distintas metodologías. Empleando la estrategia de búsqueda (((water filters) AND "POU") AND water quality) "water filters AND water quality" en las plataformas Scielo, Science Direct, Springer link, y Google scholar se obtuvieron 79 artículos, y tras la aplicación de los criterios de inclusión y exclusión se filtraron 19 artículos para su análisis. Teniendo como categorías, a los tipos de filtración, elementos filtrados, e impacto del filtro. Los resultados obtenidos indican que, el país en el que más de las investigaciones se realizaron fue Estados Unidos con un 47.4%. La base de datos que más investigaciones aportó fue Science Direct con un 68%. El año en el que se realizaron la mayoría de las investigaciones fue el 2020 con un 36.8%, seguido del 2019 con un 31.6%. El alcance/nivel de investigación más recurrente en los artículos fue el experimental. Los tipos de filtros más empleados fueron el de carbón activado con un 40%, seguido de los cerámicos y de ósmosis inversa con un 20%. Los elementos filtrados que más se abordaron en los artículos analizados fueron las bacterias con un 35%, los metales (plomo) con un 29% y los virus con un 24%. Finalmente, los impactos encontrados en los artículos fueron el social y salud con un 38% cada uno. Dentro de las conclusiones se rescata que, el filtro más empleado fue el de carbón activado, el cual se empleó exitosamente en la eliminación de bacterias, para la eliminación de metales (plomo) resultó efectivo el filtro de ósmosis inversa, los filtros UV resultan muy útiles en entornos rurales, y para un mejor desempeño del filtro se puede adicionar componentes como sucede en el caso de los filtros cerámicos con elementos de plata.

Palabras clave: Filtros POU, filtros domésticos, calidad del agua, filtros de carbón activado, filtros de ósmosis inversa, filtros cerámicos, filtros ultravioletas.

## **ABSTRACT**

This research sought to analyze articles on domestic POU drinking water filters, which have been published in the period from 2017 to 2021. The methodology used included the type of basic research, the qualitative approach, and the narrative design. Using as sources of analysis research articles extracted from indexed journals in which the application of domestic POU filters with different methodologies is analyzed. Using the search strategy (((water filters) AND "POU") AND water quality) "water filters AND water quality" in the Scielo, Science Direct, Springer link, and Google scholar platforms, 79 articles were obtained, and after the application of the inclusion and exclusion criteria, 19 articles were filtered for analysis. Having as categories, the types of filtration, filtered elements, and impact of the filter. The results obtained indicate that the country in which most of the investigations were carried out was the United States with 47.4%. The database that contributed the most research was Science Direct with 68%. The year in which most of the investigations were carried out was 2020 with 36.8%, followed by 2019 with 31.6%. The most recurrent scope/level of research in the articles was experimental. The most used types of filters were activated carbon with 40%, followed by ceramic and reverse osmosis with 20%. The filtered elements that were addressed the most in the articles analyzed were bacteria with 35%, metals (lead) with 29% and viruses with 24%. Finally, the impacts found in the articles were social and health with 38% each. Within the conclusions it is rescued that the most used filter was activated carbon, which was used successfully in the elimination of bacteria, for the elimination of metals (lead) the reverse osmosis filter was effective, the UV filters are very useful in rural environments, and for better filter performance, components can be added, as in the case of ceramic filters with silver elements.

Keywords: POU filters, domestic filters, water quality, activated carbon filters, reverse osmosis filters, ceramic filters, ultraviolet filters.

## I. INTRODUCCIÓN

En esta revisión sistemática se indagará en los filtros de calidad de agua de uso doméstico, dado que incluso el agua potable puede presentar niveles de calidad no aptos para el consumo humano, principalmente en países en vías de desarrollo como el nuestro, lo cual pone en riesgo la salud de la población. En esta revisión se indagará en artículos de investigación que se hayan enfocado en el estudio de filtros de agua POU y hayan sido publicados entre los años 2017 al 2021. Además, en el análisis que se efectuará de los artículos de investigación, se hará énfasis en los tipos de filtración que se han venido implementando, en los elementos filtrados y en el impacto que el uso del filtro POU ha tenido en la población de cada estudio.

El agua es uno de los recursos más importante e irremplazables para el desarrollo de la vida en el planeta, todos los seres vivos, incluyendo a los humanos, la necesitan para que su organismo pueda mantenerse funcional (Salas et al., 2020). El estilo de vida moderno del ser humano, lo posiciona como elemento inseparable de la sociedad, por lo cual ha debido idear un mecanismo que le permita abastecerse de este líquido elemento a diario, el cual es el sistemas de agua potable (Martínez y Villalejo, 2018); sin embargo, puede suceder que tal sistema de abastecimiento no venga ejerciendo sus funciones de una manera perfecta, sino que hay casos en los que el agua que abastece este sistema no cuenta con las características de calidad que lo hagan apto para el consumo humano, produciendo perjuicio que puede llegar a afectar gravemente la salud de las personas.

Esta situación problemática se puede apreciar en el nivel internacional, como lo señala la Organización Mundial de la Salud (2019), que indica que la ingesta de agua contaminada es capaz de transmitir enfermedades como la disentería, la diarrea, el cólera, la poliomielitis y la fiebre tifoidea, siendo que, la contaminación del agua potable provoca anualmente más de 502 000 muertes. Asimismo, la UNED (2022), indica que a las redes públicas de distribución de agua potable se les aplican compuestos químicos como el cloro o flúor, los cuales, a pesar de ser necesarios para prevenir la contaminación microbiológica, pueden resultar peligrosos para las personas, inclusive en las dosis que utiliza la sanidad pública. Además de los casos expuestos por la BBC, a través de Lima (2021), quien informa

que en el poblado de Benton Harbor de Estados Unidos, los niveles de plomo en el agua potable son mayores a los permitidos para el consumo humano, esto ocasionado a su desprendimiento de las mismas tuberías que transportan el líquido elemento, por lo cual las autoridades han prohibido su uso. Lo que también se aprecia en países más cercanos como Ecuador, donde García (2021), informa que, en Santa Rosa de Ecuador la presencia de metales pesados en el agua potable vendría ocasionando enfermedades gastrointestinales en más de 1000 personas.

Este problema es también apreciable en a nivel nacional, como lo señala la Dirección General de Salud Ambiental, citada por Cárdenas (2018), que encontró la presencia de 23 metales y minerales en proporciones mayores a los permitido en agua de consumo humano del poblado de Espinar, conforme a los criterios de la Organización Mundial de Salud. Asimismo, Amnistía Internacional (2021), demostró que el 78% de los pobladores de la provincia de Espinar tienen en sus cuerpos metales y sustancias tóxicas debido al tipo de agua que consumen, lo cual pone en riesgo a su salud. Además, la República (2021), informó que la fuente de agua del caserío el Arenal del distrito de Jayanca en Lambayeque, presenta altos niveles de arsénico, siendo no apta para el consumo humano y afectando a la salud de 660 de sus pobladores.

La situación problemática también puede apreciarse en el nivel local, pues conforme al Instituto Nacional de Defensa Civil (2020), desde el 2016 las aguas de río que confluye por varios distritos de la parte alta de Moquegua, se han vuelto de un color amarillo naranja intenso a consecuencias de la explotación minera, tales aguas son empleadas para el consumo, y el desarrollo de actividades agrícolas y ganaderas, afectando a los pobladores de estos distritos, causándoles enfermedades, muertes y abortos.

Esta investigación tiene justificación teórica, dado que permite conocer sobre nuevos métodos de filtración del agua potable, ampliando y sistematizando la información que se pueda recabar de los distintos artículos de todo el mundo. Por otro lado, cuenta con justificación social, pues esta investigación pretende dar información que ayude a mejorar el problema que algunos sectores del país peruano sufren, al no contar con agua potable que sea apta para el consumo humano. Además, esta investigación cuenta con justificación económica, pues de

llegarse a implementar los filtros de agua potable en un hogar, tal gasto resulta menor que el que supondría un tratamiento médico que se derive de una enfermedad ocasionada por el consumo de agua en un estado no apto para el ser humano.

Por lo expuesto, queda en evidencia la realidad problemática ocasionada por los problemas que puede llegar a presentar la contaminación del agua para el consumo humano, por lo cual se hace necesario indagar en soluciones domésticas que cada familia esté en la posibilidad de implementar, lo que estaría dado por los filtros domésticos que mejoren la pureza del líquido elemento y lo hagan más apto para el consumo humano.

Por lo antedicho, cabe plantear como problema general:

- ¿Cuáles son los filtros domésticos de agua potable más adecuados para el uso familiar?

Así como los problemas específicos:

- ¿Cuáles son los tipos de filtración doméstica de agua potable para uso familiar?
- ¿Cuáles son los elementos filtrados por los filtros domésticos de agua potable para uso familiar?
- ¿Cuál es el impacto que producen los filtros domésticos de agua potable para uso familiar?

Además, esta investigación se plantea como objetivo general:

- Analizar cuáles son los filtros domésticos de agua potable más adecuados para el uso familiar.

Y como objetivos específicos:

- Conocer los tipos de filtración doméstica de agua potable para uso familiar.
- Describir los elementos filtrados por los filtros domésticos de agua potable para uso familiar.
- Analizar el impacto que producen los filtros domésticos de agua potable para uso familiar.

## II. MARCO TEÓRICO

Con la estrategia de búsqueda inicial se logró obtener un total de 120 resultados en Science direct. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión se filtraron 79 resultados. De estos últimos se seleccionaron los artículos más adecuados que fueron 13. De la base de datos llamada Springer link, se filtraron otros 14 artículos, de los cuales se seleccionaron 2. De la base de datos Scielo solo se filtró un artículo el cual no fue tomado en consideración. Y, de la base de datos Google académico se encontraron 50 artículos, de los cuales se tomaron 3. Asimismo, que en su contenido se encuentre información sobre el tipo de filtración realizada, los elementos que se enfocaron en filtrar y el impacto que la utilización del filtro tiene en la vida de la población.

Siendo que, la suma de los artículos seleccionados de las bases de datos hizo un total de 19, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 1: Artículos seleccionados

N°	Autor(es)	Año	Título	País	Tipo de investigación	Resultados/ Conclusiones
1	Mulhern et al.	2021	Are carbon water filters safe for private wells? Evaluating the occurrence of microbial indicator organisms in private well water treated by point-of-use activated carbon block filters	USA	Mixta, ha incluido una revisión sistemática, la observación, la instalación de los filtros POU con base a carbón activado y la encuesta.	Los resultados indicaron que tanto en el afluente como en el efluente del filtro existe un riesgo de infección a través de vías de exposición no ingeridas para los usuarios de pozos privados.
2	Alsulaili, Al-Harbi y Elsayed	2020	The influence of household filter types on quality of drinking water	Kuwait	Experimental	Los resultados demostraron que los filtros singulares pueden eliminar de manera eficiente las impurezas del agua si estos filtros domésticos se someten a actividades de limpieza periódicas. La eficiencia de remoción de los filtros, con una regeneración adecuada, varió del 75% (filtro envuelto en carbón) al 91% (filtro cerámico) para turbidez, del 58% (filtro polyspun) al 83% (filtro cerámico) para coliformes totales,
3	Bahcelioglu et al.	2020	A Point-of-Use (POU) Water Disinfection: Silver Nanowire Decorated Glass Fiber Filters	Tuquía	Experimental	Los filtros AgNW-GF fabricados en este estudio lograron una eficiencia de eliminación de 2,12 log como máximo. Los valores promedio de liberación de Ag analizados en los filtrados fueron de 47,0 ppb, 42,5 ppb y 43,0 ppb a 1 ml/min, 2,5 ml/min y 5 ml/min, respectivamente.

4	Doré et al.	2021	Effectiveness of point-of-use and pitcher filters at removing lead phosphate nanoparticles from drinking water	USA	Experimental	<p>Las partículas de Pb formadas oscilaron entre 0,016 y 0,098 <math>\mu\text{m}</math>.</p> <p>Estas partículas representaron el 98,5% del Pb total en suspensión.</p> <p>Las remociones totales de Pb estuvieron entre 44.6 y 65.1% para los filtros POU y entre 10.9 y 92.9% para los filtros de jarra. Los resultados de microscopía electrónica confirman que Pb-PO4 las nanopartículas pasaron a través de los filtros.</p> <p>La eliminación de fracciones de Pb difirió entre los filtros POU, a pesar de la variabilidad en el filtrado de 0,2 <math>\mu\text{m}</math>, como se señaló anteriormente. POU-1 filtró la mayor parte de la fracción particulada y coloidal (66,4 %), seguida de POU-2 (56,5 % de reducción de partículas y Pb coloidal) y POU-3 (46,4 % de reducción de partículas y Pb coloidal). Los filtros POU no disminuyeron la ya baja concentración de Pb soluble presente en el agua de desafío.</p>
5	Baldasso et al.	2021	UVC inactivation of MS2-phage in drinking water – Modelling and field testing	Italia	Experimental	<p>El sistema de flujo UVC tanto en el laboratorio como en el campo fue capaz de lograr los requisitos de reducción establecidos por la OMS (LRV&gt;3.5 para todas las condiciones probadas), lo que confirma el buen desempeño del sistema de desinfección UVC estudiado.</p>
6	Verhougstraete et al.	2019	Cost-benefit of point-of-use devices for lead reduction	USA	Correlacional	<p>Según las concentraciones de plomo en el agua medidas en Flint Michigan, en un periodo de 70 años las pérdidas económicas</p>

						asociadas a la pérdida de coeficiente intelectual en las personas que consuman dicha agua suman 14,284 dólares mientras que el costo de vida de los filtros POU para la reducción de plomo en el agua por 70 años son de \$ 2026 en un filtro de carbón, \$ 2026 en osmosis inversa y de \$ 2026 por destilación.
7	Shrestha y Li	2017	Influence of permeate from domestic reverse osmosis filters on lead pipes corrosion and plastic pipes leaching	USA	Descriptivo comparativo	Se analizó el efecto corrosivo del agua permeada en la lixiviación de tuberías de metal de plomo y la lixiviación de carbono orgánico de materiales plásticos comunes de plomería. Se comparó los resultados de 3 filtros: Los resultados muestran que el filtro de dos etapas tuvo el mayor efecto de corrosión entre los tres filtros con una tasa de corrosión por plomo de 0,382 mpy, seguido por el filtro de cinco etapas con una tasa de corrosión de 0,064 mpy y el filtro de siete etapas tuvo la menor tasa de corrosión de 0.007 mpy.
8	Ngoc Dung et al.	2019	Preparation of silver nanoparticle-containing ceramic filter by in-situ reduction and application for water disinfection	Vietnam	Experimental	Los dos métodos utilizados para la creación de SNP-CF, (pintado de nanopartículas de plata al filtro cerámico y de adición previa de nitrato de plata al carbón activado) tuvieron un 100% de efectividad en contra de E. coli y coliformes.
9	Bosscher et al.	2019	POU water filters effectively reduce lead in drinking water: a	USA	Descriptivo comparativo	Las muestras de agua sin filtrar presentaron en algunos casos parámetros por encima de los 150 microg L-1 en el límite de la norma

			demonstration field study in flint, Michigan			<p>NSF / ANSI-53. Siendo el mayor valor encontrado de 10,000metrog L-1.</p> <p>La concentración máxima de plomo en el agua sin filtrar fue de 4,080metrog L-1 en el 4% de las muestras de agua sin filtrar.</p> <p>Aproximadamente el 20 % de las muestras de agua sin filtrar contenían plomo por debajo del límite de informe de laboratorio de 0.5metrog L-1.</p> <p>Los niveles de plomo en el agua filtrada fueron muy bajos para los cartuchos que se usaron durante días o semanas (filtro existente), así como para aquellos muestreados el mismo día en que se instaló el cartucho (filtro nuevo) (figura 3). Como se muestra enFigura 3, El 97 y el 98 % de los niveles de plomo en el agua filtrada estaban por debajo del límite de informe de laboratorio de 0,5metrog L-1 para filtros existentes y nuevos, respectivamente.</p> <p>Los niveles de plomo en todas las muestras de agua filtrada excepto 6 (99 %) estaban por debajo de la recomendación de la AAP de 1metrog L-1.</p>
10	Yang et al.	2020	Ceramic water filter for point-of-use water treatment in developing countries: Principles, challenges and opportunities	China	Descriptiva	<p>Los filtros cerámicos de agua alcanzan en promedio un 2 en valor de reducción logarítmica (LVR), es decir un 99% de eliminación bacteriana.</p>

11	Jackson et al.	2020	Inactivation of MS2 Bacteriophage and Adenovirus with Silver and Copper in Solution and Embedded in Ceramic Water Filters	USA	Experimental	En concentraciones seguras de agua potable, después de 8 h de exposición, la plata y el cobre dieron como resultado una concentración de 0,91 y 1.61 en la reducción de adenovirus viable, respectivamente. La eliminación del fago MS2 mediante filtros cerámicos de agua fue de 71,95% y de 75,98% mediante filtros incrustados en plata y cobre, respectivamente.
12	Mulhern y MacDonald Gibson	2020	Under-Sink Activated Carbon Water Filters Effectively Remove Lead from Private Well Water for over Six Months	USA	Experimental	Durante los ocho meses de aplicación del filtro de carbón activado debajo del fregado en 17 hogares, el dispositivo eliminó un 98% del plomo afluente durante todo el estudio, además los niveles de plomo efluente fueron inferiores a 1µg/l
13	Rahim y Othman	2019	Home Water Purification System in Malaysia: Qualitative and Quantitative Study	Malasia	Mixto, experimental	El sistema de filtración de osmosis inversa resultó ser el más efectivo en el país de Malasia, donde tras diversos análisis se demostró que el agua filtrada por dicho instrumento contaba con 0% de presencia bacteriológica y en materia en suspensión en el agua en todas las muestras. Sin embargo, dicho filtro también elimina los buenos minerales, bacterias que el cuerpo necesita
14	Siwila y Brink	2019	Drinking water treatment using indigenous wood filters combined with granular activated carbon	UK	Mixto	El sistema que incorporó carbón activado granular presentó menores niveles de E. Coli (57,3%) en comparación a los otros prototipos donde el porcentaje promedio fue de 90%. La remoción de sólidos suspendidos totales fue de 97%.

						Los sistemas combinados destacaron en la remoción de metales, en el siguiente orden: Fe> Pb> Ni> Al> Zn> Cu> As> Cr> Cd> Mn (con remociones promedio para los cinco primeros > 90% y los cinco últimos > 50%).
15	Herkert et al.	2020	Assessing the Effectiveness of Point-of-Use Residential Drinking Water Filters for Perfluoroalkyl Substances (PFASs)	USA	Experimental Comparativa	Los filtros de osmosis inversa mostraron na eliminación casi completa de todos los PFAS evaluadas, por el contrario, los filtros a base de carbón activo mostraron resultados variados en la eliminación de los PFA, siendo que su eficacia pareciera depender de la longitud de la cadena de los PFAS, los de cadena larga tuvieron un 60%-70% de eliminación y los de cadena corta tuvieron un 40% de eliminación. Los filtros de osmosis inversa mostraron na eliminación casi completa de todos los PFAS evaluadas, por el contrario, los filtros a base de carbón activo mostraron resultados variados en la eliminación de los PFA, siendo que su eficacia pareciera depender de la longitud de la cadena de los PFAS, los de cadena larga tuvieron un 60%-70% de eliminación y los de cadena corta tuvieron un 40% de eliminación.
16	Patil et al.	2020	Development of low cost point-of-use (POU) interventions for instant decontamination of drinking water in developing countries	India	Experimental	Se estudió el rendimiento de 3 prototipos de liberadores de cloro para el tratamiento de: un cultivo de E. Coli ATCC 11229 y bacteriófago MS2 y contra bacterias coliformes presentes en agua contaminada. Los resultados demuestran que las tres intervenciones fueron capaces de

						reducir los contaminantes bacterianos y virales en el rango de 4 a 6 log <sub>10</sub> y, por lo tanto, puede considerarse altamente protector según la categorización de la OMS de tecnologías de tratamiento de agua doméstico. Además, estas intervenciones pueden reducir las bacterias coliformes presentes en un agua no potable altamente contaminada en el rango de 2 a 4 log <sub>10</sub> y puede considerarse protector según el mismo estándar de la OMS.
17	Chu et al.	2019	Water Disinfection in Rural Areas Demands Unconventional Solar Technologies	US	Descriptiva	Los diferentes enfoques de desinfección de puntos de uso solares vienen no solo con características ventajosas únicas, sino también con desafíos distintivos que deben resolverse a través de más investigaciones. No visualizamos una única solución más efectiva que pueda resolver todos los desafíos actuales
18	Rezaeinia et al.	2019	Performance evaluation of point of use water treatment system in health risk reduction of trace metals in drinking water	Irán	Descriptiva	Las concentraciones promedio de Cr, Cu, Fe, Mn, Ni y Zn fueron 6.03, 12.64, 21.20, 1.42, 2.13 y 291.80 µg/L, respectivamente en agua corriente y 1.27, 7.76, 8.59, 0.76, 1.16 y 136.11 µg / L en sistema POU. Todos estos valores estaban por debajo del límite permisible de la OMS y la EPA. Los cocientes de riesgo (HQ) más altos en el agua del grifo y el sistema POU entre los metales traza estudiados se asociaron con Cr y Zn. El orden del índice de riesgo (HI) en los diferentes grupos fue

						niños>bebés>mujeres>hombres en ambos tipos de agua. El HI en los niños fue más del doble en comparación con otros grupos, lo que indica que los niños eran más vulnerables a la exposición a la MT. El índice de HQ y HI fue inferior a 1,0, lo que sugiere que la TM plantea riesgos insignificantes para la salud pública de los residentes de Teherán.
19	Lucier, Dickson-Anderson y Schuster-Wallace	2017	Effectiveness of silver and copper infused ceramic drinking water filters in reducing microbiological contaminants	UK	Experimental	<p>Las reducciones logarítmicas medianas más altas de E. coli, sin desviación significativa, se lograron con los filtros de 25, 30, 40, 50 y 75 % de Ag y oscilaron entre 6,25 y 6,8 reducciones logarítmicas.</p> <p>La mediana de eliminación de registros para todos los filtros cumplió con los 4 criterios de eliminación de registros altamente protectores de la OMS.</p> <p>La reducción logarítmica mediana mínima fue de 4,4 (en blanco) y la reducción logarítmica mediana máxima fue de 6,8 (25 y 50 % de Ag). Incluso las reducciones logarítmicas mínimas para los filtros de 25, 30, 40, 50 y 75 % de Ag superaron los criterios de eliminación altamente protectores de la OMS, con la excepción de un filtro de 30 % de Ag.</p>

Fuente: Elaboración propia

En esta investigación se recogen conceptos como:

#### La filtración

Es una acción mecánica que emplea un determinado elementos, como podría ser una malla, filtro o membrana para retener determinado elemento no deseado y eliminarlo o apartarlo de una totalidad de otro elemento que se pretende preservar en mejores condiciones (Eden 2019).

#### Los filtros o purificadores de agua

El recurso hídrico lleva consigo minerales, sales y materia orgánica. Un sistema de purificación elimina los elementos no deseados o que puedan ser perjudiciales para la salud de la persona. Estos sistemas de purificación suelen emplear para su funcionamiento mecánicas basadas en carbón activado que asimila los elementos contaminadores, lámparas de luz ultravioleta que ataca microorganismos, y resinas de intercambio iónico que asimilan y almacenan metales o minerales (Eden 2019).

#### Tipos de filtro de agua

Los filtros domésticos comercializados varían entre ellos dependiendo de su técnica de filtración y regeneración, su tamaño y tipo de contaminantes que buscan disminuir, además de la eficiencia de eliminación que dicen tener (Cotruvo, Andrew y Herman 2014).

(Aldariz-Fernández 2021), refiere que, dada la recomendación de beber un mínimo de dos litros diarios de agua, se hace necesaria la certeza de la calidad del agua que se consume, sobre todo considerando que en muchos lugares el agua de consumo suele contener elementos que ponen en peligro la salud de las personas. Asimismo, (Aldariz-Fernández 2021) añade que los principales filtros de agua son:

#### Filtro de carbón activado

Este sistema de filtrado es de los más antiguos y populares que en la actualidad se vienen usando, se caracteriza por ser barato, eficiente, de uso sencillo y tamaño pequeño. Usa el carbón vegetal mediante gránulos o polvo activo, los cuales se caracterizan por tener unos pequeños poros capaces de aprisionar las partículas no deseadas del agua a través de un proceso de absorción selectiva. El resultado

es la obtención de agua purificada equilibrada. Este tipo de filtros son de alta eficacia para la eliminación de cloro, sedimentos y compuestos orgánicos volátiles, últimamente este filtrado es usado de manera complementaria con otro tipo de filtros y así conseguir un filtrado más completo

#### Filtro de ósmosis inversa

Este sistema de filtración de agua es sumamente complejo, incluye el empleo de tres filtros, el primero es una pre-membrana, el segundo es una membrana semipermeable y el tercero una post-membrana, aunque existen modelos de filtros de ósmosis inversa que pueden llegar a incluir más membranas, estos se colocan en modo espiral e incluyen la realización de tres etapas: inicialmente se separan aquellos sedimentos de mayor tamaño, luego los más pequeños, y para finalizar se erradican los contaminantes y microorganismos, para esta última etapa a veces se recurre al carbón, pero, hay que rescatar que en este sistema el elemento fundamental está dado por la membrana semipermeable central, misma que le da el nombre de osmosis inversa. Este proceso permite la eliminación del exceso de cal e inclusive la re mineralización empleando agua de grifo, sin embargo, para que esta agua sea apta para el consumo ha de ser sometida a otro tratamiento.

#### Sistema de destilación de agua

Es una manera más avanzada de hervir agua, pues en lugar de simplemente hervirla va a capturar el vapor y lo condensa en otro recipiente, el agua puede hervir a una menor temperatura que la mayoría de contaminantes, por lo cual estos últimos permanecerán en el primer recipiente y el agua en otro. El punto en contra de este proceso es la existencia de algunos contaminantes que hierven a una menor temperatura que el agua por lo que terminarán trasladándose junto con el agua en el nuevo recipiente, además, algunos minerales valiosos se perderán con este proceso.

#### Filtros de intercambio iónico

En este proceso se percola el agua a través de materiales esféricos de resina similares a las perlas, los cuales reciben el nombre de resinas de intercambio iónico. Los filtros más empleados para este proceso son los de desionización y de ablandamiento del agua, que además son bastante similares. Los filtros de

deionización emplean perlas cargadas de iones de hidrógeno y de hidroxilo los que cambian por cationes y aniones, siendo que, cuando los iones metálicos pasan por el filtro, el hidrógeno se libera y pasa a reemplazar los metales, los que quedarán atrapados en las perlas. De modo semejante los sistemas de ablandamiento de agua, funcionan capturando la sal en las personas con iones de magnesio y calcio, pasando a liberar la sal tras la captura de los iones de magnesio y calcio, produciendo un agua más suave pero salada.

#### Filtros cerámicos

Usa un cartucho de conchas fósiles de silicio que se acopla con cualquier otro filtro de mesa, capturando y reteniendo partículas dañinas, pero no la totalidad.

#### Purificador de ozono

Brindan un tratamiento químico del agua, pues al añadir ozono las moléculas de oxígeno pasan a transformarse de  $O_2$  a  $O_3$ , con lo que oxida el agua, y con ello logrando frenar la acción de virus y bacterias, su uso cotidiano se emplea en plantas embotelladoras, propiciando un residual que mantiene desinfectada el agua dentro de su envase.

#### Filtro UV o purificador ultravioleta

A través de rayos UV se desintegran virus, bacterias y toda clase de microorganismos que se encuentran en el agua de grifo. Este filtrado es altamente eficaz para aguas con un alto grado de bacterias, además del tratamiento de patógenos, esta agua se limpia sin modificar su composición, pero tampoco elimina sedimentos o componentes sólidos.

#### Subclasificación de filtros según su punto de uso

Existe actualmente una alta conciencia del poblador respecto a la necesidad de aplicar algún mecanismo que le garantice la mejora en la calidad del agua que consume, incluso si este tiene acceso al agua potable. A raíz de esto se ha distinguido también una subclasificación de los filtros de agua potable, abarcando dos tipos, por un lado, los filtros de punto de uso (POU) y los filtros de punto de entrada (POE), el primero consiste en un sistema que se coloca de modo individual en un grifo y el segundo está referido a dispositivos que se instalan en la línea

principal del agua de un hogar, llegando así a purificar la totalidad de sus válvulas de emisión de agua (United States Environmental Protection Agency 2006).

#### Beneficios del filtrado de agua de consumo

Aldariz (2021), indica que el agua filtrada es capaz de mejorar el sabor y la calidad del agua, eliminando no solamente los elementos que ponen en peligro la salud de las personas, sino que derivado de ello, mejora el sabor del agua, asimismo, al ahorrar en la compra de agua embotellada también implica un ahorro de dinero, además el ahorro de recursos económicos no se limita a lo antes dicho, sino que, evita la aparición de enfermedades y con ello el seguir costosos tratamientos

#### Microorganismos presentes en el agua potable

La mayoría de los microbios que crecen en el agua potable son heterótrofos que requieren nutrientes inorgánicos esenciales como fosfato, nitrato y otras materias orgánicas que ayuden a su crecimiento en condiciones ambientales favorables Miettinen et. al. (1996) citados por Adesakin et al. (2020). La adición de nutrientes a nuestra agua potable aumenta en gran medida el crecimiento de bacterias heterótrofas porque este nutriente limitante, como el fósforo, juega un papel ecológico importante en la naturaleza, es un elemento esencial para el crecimiento de microbios y el elemento menos abundante en comparación con el carbono Ward (1982) citado por Adesakin et al. (2020)

#### Peligros químicos en el agua de consumo humano

Quedo demostrado que algunos contaminantes químicos producen efectos dañinos a la salud de las personas como consecuencia de una exposición extensa al agua de consumo humano, Sin embargo, esto solo se trata de una cantidad mínima de sustancias químicas que pueden encontrarse dentro del agua de consumo humano que pueden tener diferentes fuentes de origen (Organización Mundial de la Salud 2018). En EEUU se demostró que aquellos que bebían principalmente agua del grifo tenían más del doble de probabilidades de niveles elevados de plomo en la sangre que aquellos que bebían principalmente agua embotellada (Sanders y Slade 2018).

Existen productos químicos disueltos en el agua que son esenciales para la salud humana, siempre y cuando se les administre en una cantidad específica, sin embargo, en cantidades más elevadas provocan graves problemas de salud a las personas. Esto sucede por ejemplo en metales como el calcio, cromo, cobre, hierro, potasio, zinc, magnesio, sodio, entre otros cuyo exceso puede causar toxicidad. (Rasool et al. 2016)

Consumir agua en estado de contaminación puede propiciar problemas varios en la salud de la población, tales como los vómitos, poliomiélitis, gastroenteritis, disentería, tifoidea, entre otros (Plutzer y Karanis 2016). . Lo que se puede complicarse puede incluso llegar a tener consecuencias mortales, como sucedió en el caso de más de 500 mil eventos de muerte por causas incluso aparentemente de menor gravedad como la diarrea por ingesta de agua no purificada (World Health Organization 2019). El agua del grifo es la principal fuente de agua potable en los hogares residenciales. Sin embargo, en muchas partes del mundo, algunas personas tienden a usar agua embotellada por factores estéticos para beber, pero no para cocinar y otras actividades domésticas (Alsulaili, Al-Harbi y Elsayed 2020).

#### Parámetros de calidad del agua

La Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (2004) indica que en el Perú está vigente el Reglamento de los Requisitos Físicos, Químicos y Bacteriológicos, referido a los parámetros que debe cumplir el agua para considerarse como agua potable apta para el consumo humano, referente a lo bacteriológico, la norma establece que si en las muestras analizadas la contaminación no pasa del 5%, el suministro de agua se encuentra bacteriológicamente satisfactorio. Con respecto al punto químico y físico, dicha norma excluye los parámetros del plomo, arsénico, flúor y selenio de aquellos elementos que no deberían encontrarse en cantidades que sobrepasen lo ya señalado dentro del agua como el cobre, turbiedad, hierro magnesio, manganeso, cloruros, zinc. Ph. Sulfatos, color. Cabe agregar que esta normativa resulta poco exigente en los parámetros de algunos elementos como el plomo y el arsénico.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Según (CONCYTEC 2019), la investigación de tipo básica, pues sus resultados consisten en aportes teóricos que no se aplicarán de manera inmediata a una situación práctica.

El diseño de la investigación, considerando a Hernández, et al. (2014), es narrativo, pues se indagará en información propia de un momento y lugar determinado, como la contenida en artículos de investigación.

Asimismo, conforme señalan Vega et al. (2014), el enfoque con el que se desarrollará este estudio es el cualitativo, el cual se caracteriza por la recolección de información sin mediciones numéricas, tal como sucede con la descripción o la observación de un fenómeno, con un proceso flexible y oscilante entre eventos y su interpretación.

### 3.2. Categorías, subcategorías y matriz de categorización apriorística

Tabla 2: Matriz de categorización apriorística

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	PROBLEMAS ESPECÍFICOS	CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	CRITERIO 1	CRITERIO 2
Conocer los tipos de filtración doméstica de agua potable para uso familiar.	¿Cuáles son los tipos de filtración doméstica de agua potable para uso familiar?	Tipos de Filtración	Filtros de Carbón activado Filtros de Destilación de agua Filtros de Ósmosis inversa Filtros de Intercambio iónico Filtros cerámicos Purificador de ozono Filtro ultravioleta	Objetivo de la instalación del filtro	Entorno en que se aplicó
Describir los elementos filtrados por los filtros domésticos de agua potable para uso	¿Cuáles son los elementos filtrados por los filtros domésticos de agua potable para uso	Elementos filtrados	Microorganismos Virus	Efectividad de filtración	Efectos no esperados

familiar.	familiar?		Metales		
Analizar el impacto que producen los filtros domésticos de agua potable para uso familiar.	¿Cuál es el impacto que producen los filtros domésticos de agua potable para uso familiar?	impacto	Económico  Social	Costo del filtro	Mejora en las condiciones de vida

Fuente: Elaboración propia

Previamente se pudo apreciar la matriz de categorización apriorística, la cual está compuesta por seis columnas y cuatro filas. En ella se puede integrar de modo sistematizado, los problemas y objetivos específicos, así como las categorías, subcategorías y criterios del estudio.

Las categorías establecidas guardan congruencia con los objetivos específicos planteados desde la introducción, teniendo en cuenta que este estudio indaga en filtros domésticos de agua potable, sus tipos, los elementos que se enfocan en filtrar, y los impactos que tienen en la población que los usa, todo ello según la información contenida en los artículos analizados. Teniendo como categorías: i) tipos de filtración, que cuenta con las subcategorías: filtros de carbón activado, filtros de destilación de agua, filtros de ósmosis inversa, filtros de intercambio iónico, filtros cerámicos, purificador de ozono, y filtro ultravioleta; ii) categoría elemento filtrado, que cuenta con las subcategorías: microorganismos y metales; iii) categoría Impacto, que cuenta con las subcategorías: económico, social, y salud.

### **3.3. Escenario de estudio**

El escenario de estudio es el lugar, territorio o contexto en el cual se desarrolla la situación problemática, por lo cual en esta investigación estaría dado por los hogares que, si bien cuentan con el servicio de agua potable, esta última no viene cumpliendo fehacientemente con los criterios de calidad para su consumo humanos, por lo que se les podría aplicar los filtros domésticos de agua.

### **3.4. Participantes**

Son aquellos elementos que se estudian para la obtención de información que permita desarrollar los objetivos de estudio previamente planteados, en los cuales se aplicará el instrumento de investigación. Para esta investigación serán los artículos científicos seleccionados, referente al tema filtros de agua domésticos.

### **3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Conforme refiere Niño (2011), las técnicas de recolección de datos son los procesos que hacen posible el desarrollo y ejecución de una investigación, asimismo, los instrumentos son aquellos elementos por medio de los cuales se ejecutan las técnicas.

Por lo expuesto, en esta investigación, se empleará la técnica llamada análisis documental, la cual conforme indican Casasempere y Vercher (2020), consiste en el estudio de la información documentada para la obtención de datos que permitan ejecutar los objetivos de una investigación, esta técnica tiene una connotación cualitativa y emplea como instrumento de investigación a la ficha de análisis documental, la cual se utiliza para registrar la información relevante que se vaya obteniendo durante la revisión de los documentos.

### 3.6. Procedimiento

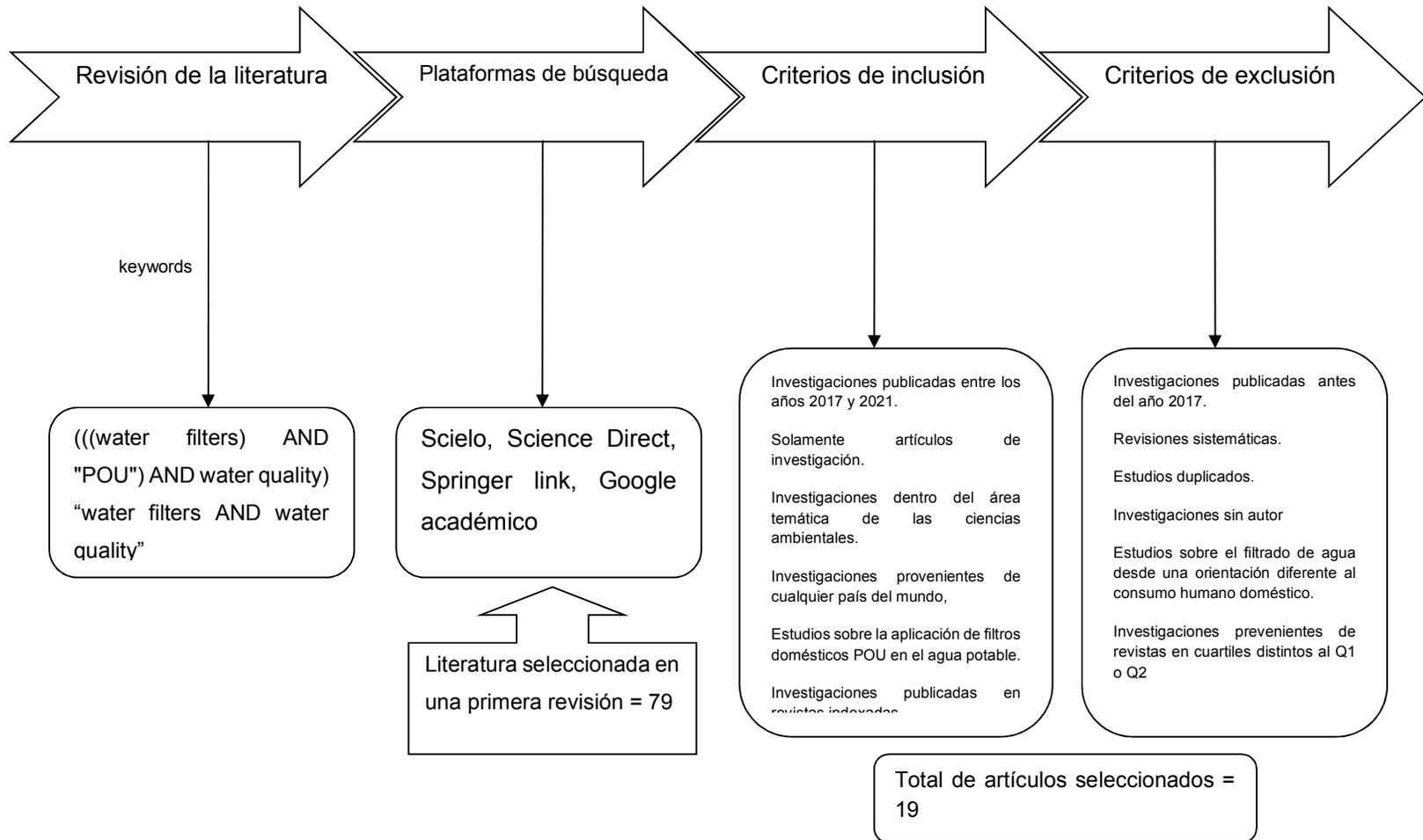


Figura 1: Procedimiento de selección de artículos

Fuente: Elaboración propia

### **3.7. Rigor científico**

Hernández y Mendoza (2018), indican que los principales criterios para determinar el rigor científico de las investigaciones cualitativas son cuatro: en primer lugar, está la dependencia, que es un equivalente a la confiabilidad en investigaciones cualitativas, implica estabilidad, se aprecia cuando al recoger datos y efectuar análisis similares se obtienen resultados semejantes. El segundo criterio es la credibilidad, al que también se le conoce como máxima validez, este está referido a que el investigador ha conseguido captar el contenido completo y profundo de la información que le provee su población de estudio. El tercer criterio es la transferencia, el cual se entiende como que la esencia de los resultados de un estudio cualitativo puede trasladarse a otros contextos. El cuarto criterio de rigor científico es la confirmación, el cual se refiere a la demostración de que el investigador ha minimizado sus sesgos y apreciaciones subjetivas en el recojo y tratamiento de la información.

Tales criterios se cumplen en este estudio de la manera siguiente: la dependencia se cumplirá al escoger como fuentes de análisis de la revisión sistemática únicamente a estudios cuya garantía de calidad se distingue sabiendo que estos provienen de revistas indexadas; el segundo criterio que es la credibilidad, se podrá distinguir al apreciar que el análisis de los artículos de la revisión obedece a un procedimiento sistematizado; el tercer criterio que es la transferencia se cumplirá cuando los resultados de esta investigación se puedan trasladar a soluciones concretas, lo cual se logrará gracias al principio de publicidad de las investigaciones; el último criterio que es la confirmación, se alcanzará al analizar investigaciones de fuentes diversas, respetando los criterios de inclusión y exclusión previamente establecidos.

### **3.8. Método de análisis de información**

El análisis de la información se realizará considerando tres categorías de análisis, las cuales son: los tipos de filtración, los elementos filtrados, y el impacto que estos generan en sus usuarios.

La primera categoría considera las siguientes subcategorías: filtros de carbón activado, filtros de destilación de agua, filtros de ósmosis inversa, filtros de intercambio iónico, filtros cerámicos, purificadores de ozono, y filtros ultravioletas.

Y tendrá como criterios el tratamiento del agua y la descripción del sistema de filtrado.

La segunda categoría considera como subcategorías a los microorganismos y a los metales. Y tendrá como criterios al análisis del agua y características del elemento filtrado.

La tercera categoría considera como subcategorías al impacto económico y al impacto social. Y como criterios a los costos del filtro y a la mejora en las condiciones de vida.

### **3.9. Aspectos éticos**

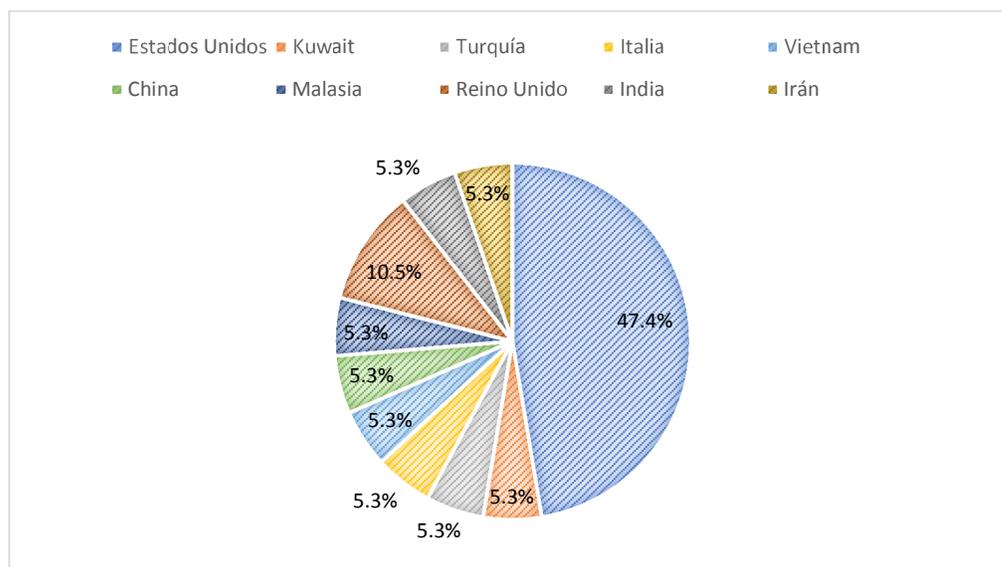
Considerando el Código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo 2020), en este estudio se considerará un total respeto por los derechos de autor de los investigadores cuyos artículos sirvan para el desarrollo del presente estudio, siendo que, en caso de emplear ideas o conceptos originarios de estos, se empleará la cita correspondiente para resguardar el crédito del original investigador; lo que además se corroborará empleando el programa informático turnitin.

#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como ya indicó en el capítulo II, se obtuvieron finalmente un total de 19 artículos, a través del siguiente procedimiento. Al emplear la estrategia de búsqueda inicial se logró obtener un total de 120 resultados en Science direct. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión se filtraron 79 resultados. De estos últimos se seleccionaron los artículos más adecuados que fueron 13. De la base de datos llamada Springer link, se filtraron otros 14 artículos, de los cuales se seleccionaron 2. De la base de dato Scielo solo se filtró un artículo el cual no fue tomado en consideración. Y, de la base de datos Google académico se encontraron 50 artículos, de los cuales se tomaron 3.

Los estudios se realizaron en 10 países, como se muestra en la figura siguiente:

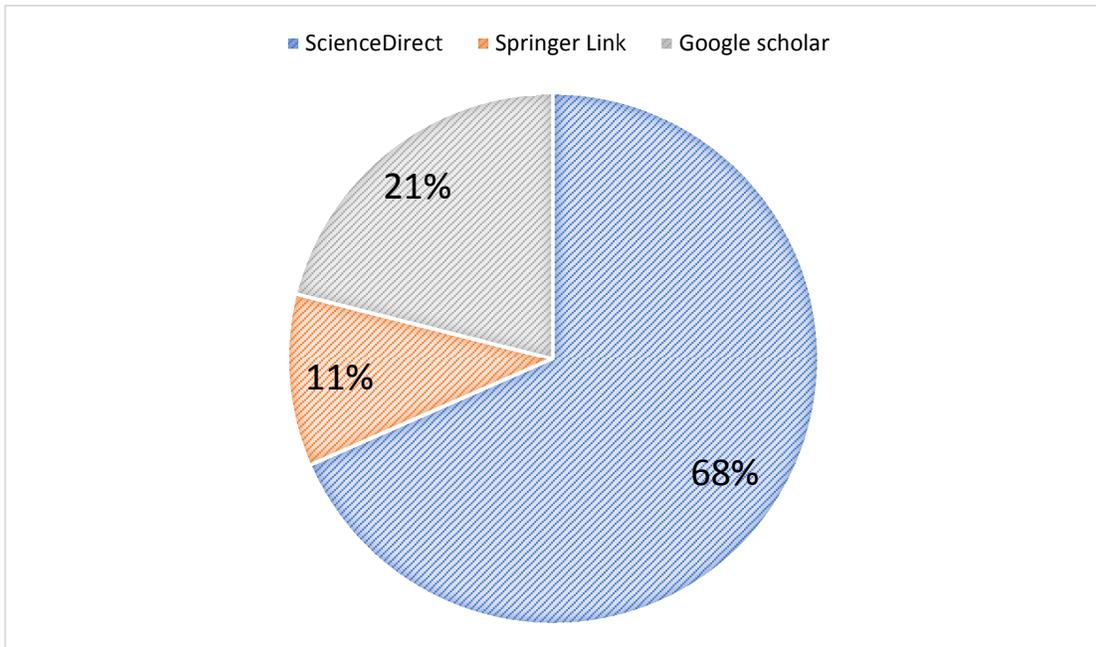
Figura 2: Países donde se realizaron las investigaciones



Fuente: Elaboración propia

De la figura precedente se aprecia que la mayoría de investigaciones analizadas provino de Estados Unidos con un 47,4%. Seguido de Reino Unido con un 10,5%. Y continuados por Kuwait, Turquía, Italia, Vietnam, China, Malasia, India e Iran, cada uno con un 5,3%.

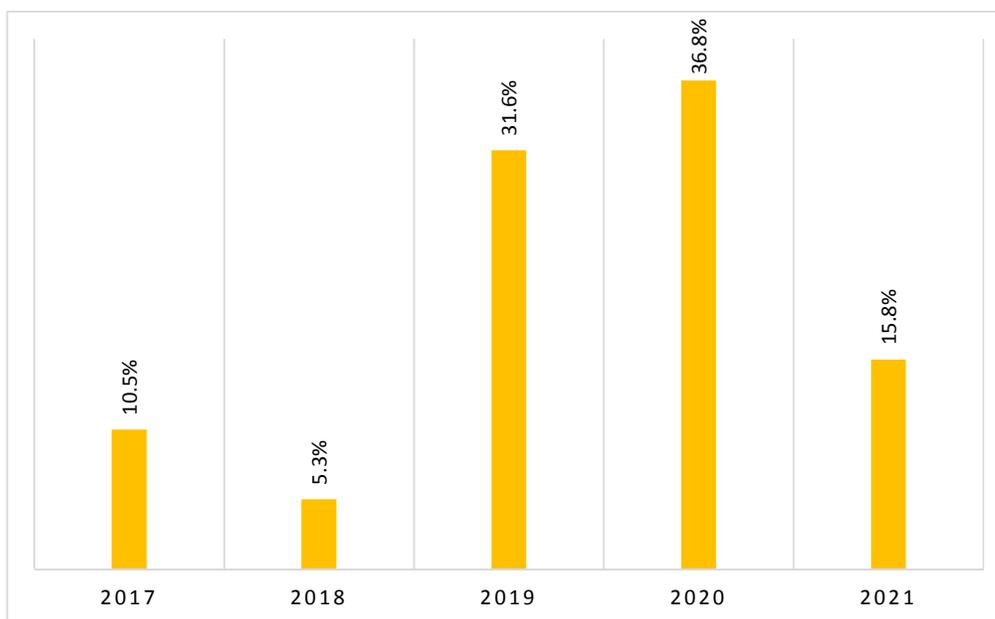
Figura 3: Bases de datos consultadas



Fuente: Elaboración propia

Conforme se aprecia en la figura 3, las bases de datos que finalmente pudieron aportar investigación a incluir en el análisis final de este estudio, fueron 3. En primer lugar y como base de datos que más investigaciones aportó, se encuentra Science Direct con un 68% del total equivalente a 13 investigaciones. En segundo lugar, se encuentra Google Scholar con un 21% del total, lo que equivale a 4 investigaciones. Y, finalmente, se encuentra Springer Link con un 11% del total, lo cual equivale a 3 investigaciones.

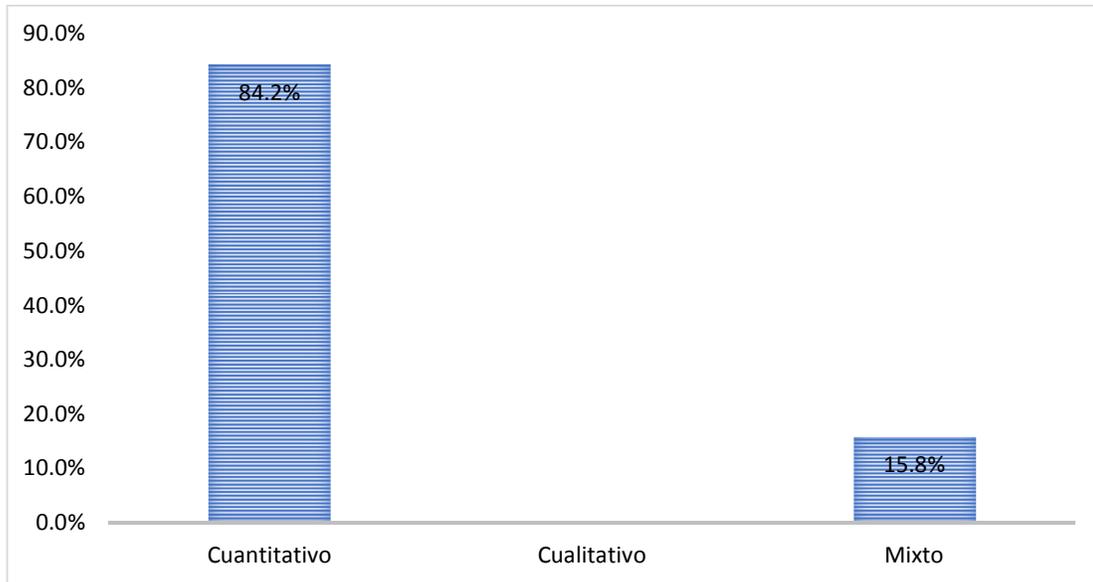
Figura 4: Línea temporal



Fuente: Elaboración propia

En la figura precedente se puede apreciar la cantidad porcentual de investigaciones analizadas según su año de publicación. Siendo que, en el año 2017 se publicó el 10,5% de los artículos analizados, que corresponde a 2 investigaciones. En el año 2018 se publicó el 5,3% de los artículos finales, lo que corresponde a 1 investigación. En el año 2019 se publicó el 31,6% de los artículos finales, lo que corresponde a 6 investigaciones. En el año 2020 se publicó el 36,8% de las investigaciones, lo que corresponde a 7 estudios. Y, finalmente, en el año 2021, se publicó el 15,8% de las investigaciones analizadas, lo que corresponde a 3 estudios.

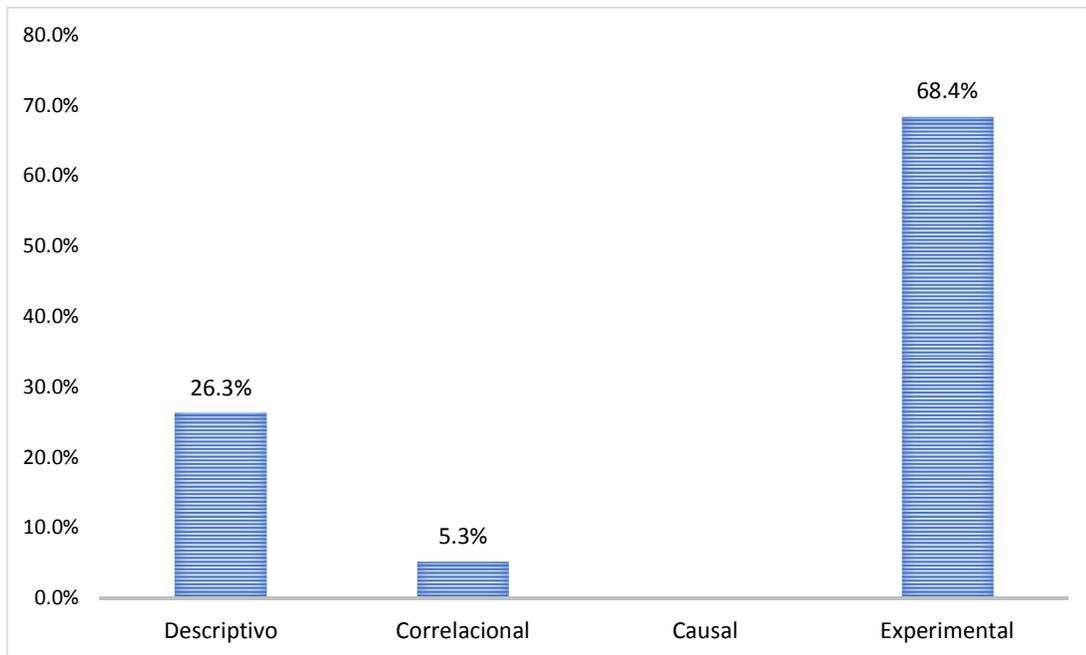
Figura 5: Enfoques de las investigaciones



Fuente: Elaboración propia

En la figura precedente se puede apreciar se puede apreciar la distribución de los enfoques de investigación presentes en los artículos analizados, siendo que, 84,2%, lo que equivale a de estos se encontraban en el enfoque cuantitativo. Ninguna de las investigaciones analizadas se encontró en el enfoque cualitativo. Y, finalmente, el 15,8% de los estudios analizados se encontró en el enfoque mixto. Todo lo antedicho con base los autores Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018).

Figura 6: Alcances de los estudios analizados



Fuente: Elaboración propia

En la figura precedente se aprecia la distribución de los alcances de investigación presentes en los artículos analizados, siendo que, la gran mayoría de estos se encontró en el alcance experimental con un 68,4%, lo que corresponde a 13 investigaciones. A continuación, le siguió el alcance descriptivo con un 26,3%, que corresponde a 5 investigaciones. En tercer lugar, se apreció que solamente el 5,3% de los artículos analizados pertenecían al alcance correlacional, lo que números se traduce a un solo artículo. Finalmente, se pudo apreciar que ninguna investigación se encuadró al alcance causal. Todo lo antedicho con base los autores Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018).

Tabla 3: Categoría "Tipos de filtración"

Autores	Filtro empleado	Carbón Activado	Destilación de agua	Ósmosis inversa	Intercambio iónico	Cerámicos	Purificador de ozono	Ultravioleta	Otros	Objetivo de la instalación del filtro	Entorno en que se aplicó
Mulhern et al.	Filtro de carbón para pozos privados	X								Ver los efectos del filtro basado en carbón activado en la calidad microbiana del agua tratada, específicamente en indicadores microbianos, bacterianos y virales	Pozos privados de los que se suministran agua 17 hogares de Carolina del norte
Alsulaili, Al-Harbi y Elsayed	Filtro doméstico para agua potable	X		X		X				Se instalaron filtros con diferentes sistemas de filtración (cerámico, ósmosis inversa y carbón) en varios hogares, debido a los problemas en la calidad del agua municipal en Kuwait (contaminantes físicos 40%, químicos 36%, y biológicos 31%).	Zonas residenciales de Kuwait, durante 10 meses continuos, en los que no se hizo un buen mantenimiento de los filtros (limpieza periódica).
Bahcelioglu et al.	Filtros de fibra de vidrio con nanocables de plata								X	Se desarrollaron un nuevo tipo de filtro de vidrio decorado con nanocables de plata para la eliminación de E. coli del agua	Laboratorio

Doré et al.	Filtros de punto de uso de jarra	X			X					Se probaron 6 filtros, 3 POU (basados en carbón activado) y 3 jarras (basadas en carbón activado y/o resinas de intercambio iónico), todos ellos fabricados por marcas comerciales, buscando evidenciar cuál era su capacidad para eliminar nanopartículas de plomo, para lo cual se hicieron preparados de plomo que se fueron aplicando en los filtros antes mencionados	Laboratorio
Baldasso et al.	Filtro de UVC							X	X	Investigar la influencia de los sólidos en suspensión y la materia orgánica natural en la eficacia de los filtros UVC para cumplir con los requisitos del agua potable establecidos por la OMS	Manantial y ojo de agua en la comunidad nativa de Tzabalho al sur de México, además de 2 fuentes de agua en la Quebrada la Miel y la Quebrada Santa Rita en Colombia
Verhougstraete et al.	Filtro de punto de uso para el plomo	X	X	X						Este estudio evaluó un costo-beneficio de la instalación residencial de dispositivos POU para reducir las concentraciones de plomo en el agua potable y examinó el impacto económico a nivel	Agua potable de los grifos residenciales en una comunidad de Flint, Michigan durante el año 2015 al 2017 donde los niveles de plomo eran de 25 µg / L

										de la comunidad según las exposiciones informadas en Flint, Michigan	que supera el valor de acción de la USEPA de 15 µg/L
Shrestha y Li	Filtro doméstico de osmosis inversa			X						El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto corrosivo del agua permeada en la lixiviación de tuberías de metal de plomo y la lixiviación de carbono orgánico de materiales plásticos comunes de plomería.	Se probaron 3 filtro de osmosis inversa disponibles en el mercado con diferentes etapas de tratamiento que se examinaron con muestras de agua potable del grifo.
Ngoc Dung et al.	Filtro cerámico con nanopartículas de plata	X				X			X	En este estudio e realizaron 2 método para la creación de SNP-CF, mediante el pintado de nano partículas de plata al filtro cerámico y el de adición previa de nitrato de plata al carbón activado y evaluando su efectividad en la desinfección del agua.	Laboratorio
Bosscher et al.	Filtro de punto de uso	X								Este estudio se realizó para probar la efectividad de los filtros POU en la eliminación total del plomo de acuerdo a la norma (NSF/ANSI-53) y en la eliminación de partículas	Se tomaron muestras en más de 345 ubicaciones en Flint-Michigan, de las cuales 9 se realizaron en

										de plomo de clase 1 de acuerdo a la norma (NSF/ANSI-42).	Beecher y una en un pozo privado
Yang et al.	Filtro de agua de cerámica					X				Mejorar la calidad de agua a nivel doméstico de una manera asequible y conveniente para así reducir los brotes de enfermedades transmitidas por el agua.	Ideal en países no desarrollados
Jackson et al.	Filtro cerámico con plata y cobre					X				Se estudió la inactivación de adenovirus y fago MS2 empleando filtros cerámicos porosos fabricados con nitrato de plata y nitrato de cobre agregado.	Laboratorio
Mulhern y MacDonald Gibson	Filtro de agua de carbón activado	X								Se probaron filtros de carbón activado situados bajo fregadero para la eliminación de plomo	17 hogares que dependen de pozos privados en el condado de Orange y el condado de Robeson, Carolina del Norte durante ocho meses
Rahim y Othman	Sistema de purificación de agua			X						En este estudio experimental, se evaluaron y compararon diferentes marcas de filtros de agua y se evaluaron mediante 27 parámetros por cada sistema de filtro.	Se evaluaron las 5 marcas de filtro de agua para el hogar más utilizadas en Malasia, las cuales se probaron con muestras de agua

											tomada directamente de la tubería.
Siwila y Brink	Filtro de madera autóctona combinada con carbón activo granular	X							X	Se ha diseñado, probado y optimizado un sistema de filtración de madera accionada por gravedad, la cual incorpora carbón activado granular destinada para la eliminación de metales, bacterias y partículas.	En las zonas rurales de África, tiene como objeto servir a la gente pobre
Herkert et al.	Filtro de agua para perfluoroalquiladas	X		X						Evaluación de filtros POU para la eliminación de sustancias perfluoroalquiladas (PFAS) (tres ácidos sulfónicos de perfluoroalquilo, siete ácidos carboxílicos de perfluoroalquilo y seis ácidos de éter perfluoroalquilo y polifluoroalquilo) en el agua potable de 73 viviendas de una zona residencial de Carolina de Norte.	En una zona residencial de Carolina del Norte, principalmente se instalaron bajo el fregadero.
Patil et al.	Filtro de punto de uso de bajo costo								X	Probar la eficacia de agitadores de cloro de bajo costo en la descontaminación de agua para reducir la incidencia de las enfermedades	El agua subterránea de un pozo local en Pune-India, la cual es empleada en este lugar para beber y cocinar.

										transmitidas por agua, empleando como indicadores el E. coli ATCC11229, bacteriófago MS2, y las bacterias coliformes	
Chu et al.	Desinfectante de agua con tecnología solar no convencional							X	X	Se analizan las propiedades fisicoquímicas y mecanismos de desinfección molecular de cuatro categorías de desinfectantes que pueden generarse mediante la recolección de luz solar: calor, radiación ultravioleta germicida, oxidantes fuertes y oxidantes suaves, enfocados en la eliminación de tres tipos comunes de patógenos transmitidos por el agua (bacterias, virus y protozoos).	Áreas rurales donde la cantidad de luz solar propicia radiación que activa los filtros UV, además en países en vías de desarrollo donde los recursos no son muchos y la calidad de agua se ve afectada por microorganismos.
Rezaeinia et al.	Tratamiento de agua de punto de uso	X		X	X					Se evaluó la presencia de metales traza en muestras de agua del sistema de tratamiento de punto de uso POU y agua de grifo en la ciudad de Teherán, considerando el riesgo	En los sistemas de tratamiento POU y los grifos de la ciudad de Teherán- Irán.

										carcinogénico que pueda producir en bebés, niños, mujeres y hombres.	
Lucier, Dickson-Anderson y Schuster-Wallace	Filtro cerámico con nanopartículas de plata y cobre					X			X	Se llevó a cabo una serie de experimentos a escala de banco durante 10 días, en 23 filtros cerámicos con distintas cantidades de nanopartículas de plata y/o cobre para determinar su eficacia en la eliminación de patógenos como la E. coli MS2.	Simulado, laboratorio.

Fuente: Elaboración propia

Del análisis de la tabla precedente, se aprecia que, en la mitad de los filtros abordados, por las investigaciones objeto del presente análisis, se ha incluido el tipo de filtración por carbón activado. Asimismo, que varias otras investigaciones se están adhiriendo mecanismos alternos de filtración “otros” como el empleo de arena o cloro. Además, cabe resaltar que, la mayoría de filtros que se emplearon en estos estudios presentan mecanismos integrados que involucran más de un tipo de filtración de agua, ello para mejorar los resultados y atendiendo a las necesidades específicas de cada caso.

En el caso del filtro de carbón activado, se puede distinguir que su empleo se centra en la mejora de la calidad microbiana mediante la eliminación de indicadores microbianos, bacterianos y virales, los cuales se dan incluso en países desarrollados como USA cuando sus fuentes de abastecimiento son los pozos privados, siendo que en el efluente los coliformes totales disminuyeron en 84%, pero las bacterias específicas aumentaron, asimismo, no hubo protección contra colifagos en el afluente, con lo que se apreció una eficacia parcial (Mulhern et al. 2021). Además, este elemento también se emplea en la eliminación del plomo, bastante presente en estados como Michigan y Carolina del Norte, en donde se demostró su efectividad al reducir los niveles de plomo a estándares aceptables inferiores a 0,5mg/l en el 97% de los casos (Bosscher et al. 2019), y el 98% en otras aplicaciones (Mulhern y MacDonald 2020).

En caso de los filtros cerámicos, se puede distinguir que su empleo se ha venido centrando en la erradicación bacteriana y viral, frecuente en países en vía de desarrollo, logrando una eliminación bacteriana del 99% (Yang et al. 2020). Además, se ha apreciado que los filtros cerámicos pueden ser complementados con la incorporación de los elementos plata y cobre, ya sea mediante el nitrato de plata y cobre o la incorporación de nanopartículas de plata y/o cobre, para así optimizar su desempeño en la inactivación de virus como el fago MS2 y adenovirus, lográndose una eliminación del 75,98% (Jackson et al. 2020). Asimismo, en otra investigación se distingue que los filtros cerámicos con nanopartículas consiguieron un 100% de reducción de bacterias conforme a los estándares de la OMS, sin embargo esta eficacia no se pudo apreciar en la eliminación de virus como el bacteriófago (Lucier, Dickson y Schuster 2017), con lo que se distingue que la efectividad de estos filtros no se da de manera similar en todos los microorganismos.

Los filtros de ósmosis inversa se emplearon para el tratamiento de los efectos corrosivos del agua permeada en la lixiviación de tuberías de metal de plomo y la lixiviación de carbono orgánico de materiales plásticos comunes de plomería, este problema de metales y otros que se desprenden de las mismas tuberías del sistema potable y dañan la calidad del recurso líquido se ha apreciado con regularidad en USA, para lo cual emplearon filtros de ósmosis con diferentes etapas de

tratamiento, evidenciándose que a más etapas menor tasa de corrosión (el filtro de siete etapas obtuvo una tasa de corrosión de 0.007 mpy) (Shrestha y Li 2017). Asimismo, los filtros de ósmosis inversa también se han empleado en evaluaciones de su efectividad para la eliminación de bacterias, además de parámetros físicos y químicos en entornos urbanos de Malasia, donde los filtros lograron tratar agua que cumplía con todos los parámetros químicos, físicos y biológicos de calidad del agua (Rahim y Othman 2019).

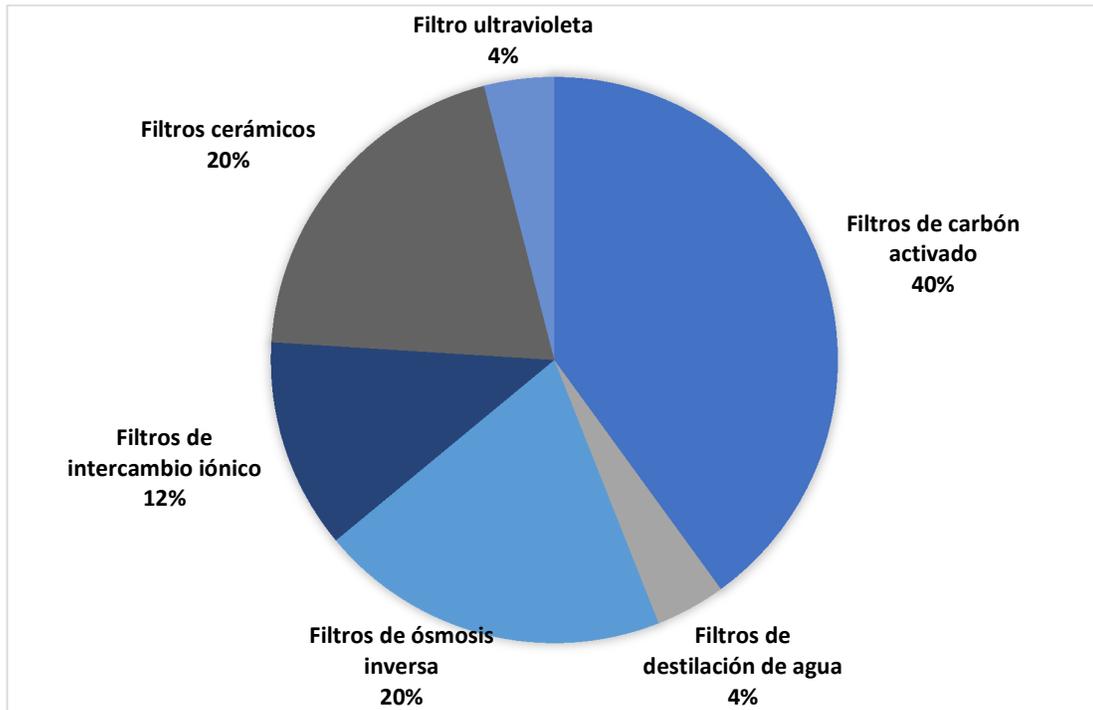
En el filtrado por intercambio iónico, se puede distinguir que, su utilización se viene centrando en la eliminación del plomo en el agua potable, como indican Doré et al (2021), que probaron un filtro de jarra hecho con una capa de carbono activado adicionado a una resina de intercambio iónico dual, en una muestra de agua con concentración de plomo de  $105,3 \pm 9,6 \mu\text{g/L}$ , resultando que el filtro redujo las concentraciones de plomo a  $7,5 \pm 1,5 \mu\text{g/L}$ ; además, tras determinar la eficacia diferenciada de cada subsistema, se evidencia que la fracción de carbón eliminó  $17,3 \mu\text{g/L}$  de Pb en el experimento, mientras que la porción de resina de intercambio iónico eliminó  $49,9 \mu\text{g/L}$  del total.

Respecto al filtrado ultravioleta, se ha empleado en la eliminación de virus, Baldasso et al. (2021), probaron su eficacia en la inactivación del Fago MS2 en entornos de aguas superficiales, donde además tomaron en cuenta a los sólidos en suspensión y a la materia orgánica natural como factores limitantes de la efectividad de estos filtros. Resultando que el filtro UVC, tanto en las pruebas de laboratorio como en las de campo, logro reducir la cantidad del fago MS2 hasta el cumplimiento de los criterios establecidos por la OMS ( $\text{LRV} > 3.5$ ), lo que confirma el buen desempeño del sistema UVC.

Respecto al filtro por destilación, solo hubo un estudio que lo abordó en la eliminación de plomo, Verhougstraete et al. (2019), lo compararon con otros dos sistemas de filtrado (osmosis inversa y carbón activado) en un entorno residencial de Michigan durante los años 2015 al 2017, apreciándose inicialmente unos valores de  $25 \mu\text{g/L}$  que superaban el valor límite señalado por la USEPA de  $15 \mu\text{g/L}$ . Resultando que al asumir una eliminación total del 95%, con un criterio de pérdida económica asociada al daño en el coeficiente intelectual. Resultando que, en

atención a los gastos de instalación y mantenimiento, el sistema de filtrado por destilación tuvo el menor desempeño comparativo.

Figura 7: Porcentajes de los tipos de filtración



Fuente: Elaboración propia

Del análisis de la figura precedente se puede apreciar que, en las investigaciones analizadas, el tipo de filtrado más empleado ha sido el del filtro de carbón activo con un 40% del total. Seguido de dos tipos de filtración, el filtro cerámico y el filtro de ósmosis inversa, ambos con un 20% respectivamente. A los que les sigue el filtrado por intercambio iónico con un 12%, y finalmente los tipos de filtrado por filtro ultravioleta y destilación de agua, cada cual con un 4% respectivamente.

Tabla 4: Categoría "Elemento filtrado"

Autores	Elementos filtrados	Bacterias	Virus	Metales	Otros	Efectividad de filtración	Efectos no esperados
Mulhern et al.	Organismos indicadores microbianos bacterianos y virales	X	X	X		Las probabilidades de que ocurran coliformes totales en el efluente bajaron en un 84%	Los filtros no protegían contra los colifagos en el afluente. Asimismo, la diseminación viral se puede dar tras periodos de mayores concentraciones de virus en el agua de pozo sin tratar.
Alsulaili, Al-Harbi y Elsayed	Números microbianos y análisis de metales	X		X		Los filtros singulares pueden eliminar la impureza del agua, siempre que se les venga haciendo una limpieza periódica. La eficiencia del filtro varió entre el 75 % (filtro de carbón) al 91% (filtro cerámico)	Los filtros de agua estudiados pueden disminuir la presencia de sólidos y bacterias, pero para su buen funcionamiento necesitan mantenimientos periódicos.
Bahcelioglu et al.	E. coli del agua	X				Los filtros AgNW-GF fabricados en este estudio lograron una eficiencia de eliminación de 2,12 log como máximo. Los valores promedio de liberación de Ag analizados en los filtrados fueron de 47,0 ppb, 42,5 ppb y 43,0 ppb a 1 ml/min, 2,5 ml/min y 5 ml/min, respectivamente.	

Doré et al.	Fosfato de plomo			X		Las remociones totales de Pb estuvieron entre 44.6 y 65.1% para los filtros POU y entre 10.9 y 92.9% para los filtros de jarra.	Los resultados de este estudio que muestran que los pequeños Pb-PO4 partículas pasaron los filtros.
Baldasso et al.	Sólidos en suspensión y materia orgánica general	X	X	X	X	El sistema de flujo UVC fue capaz de lograr los requisitos de reducción establecidos por la OMS (LRV>3.5 para todas las condiciones probadas).	
Verhougstraete et al.	Plomo			X		Evaluando el costo beneficio del empleo de filtro para la eliminación del plomo, resulta que su no instalación podría ocasionar una suma de 14,284 dólares, mientras que su uso estaría valorizado en 2026 dólares.	
Shrestha y Li	Metales como el plomo, que se desprende de las mismas tuberías que integran el sistema de agua potable			X		Se pudo apreciar que los filtros con más etapas de tratamiento lograban equilibrar mejor los parámetros de calidad del agua. Siendo que el filtro usado con 7 etapas minimizaba la tasa de corrosión a 0.007 mpy.	

Ngoc Dung et al.	E. coli, coliformes	X	X			Los dos métodos utilizados para la creación de SNP-CF, (pintado de nanoparticulas de plata al filtro cerámico y de adición previa de nitrato de plata al carbón activado) tuvieron un 100% de efectividad en contra de E. coli y coliformes.	
Bosscher et al.	Plomo				X	El 97 y el 98 % de los niveles de plomo en el agua filtrada estaban por debajo del límite de informe de laboratorio de 0,5metrog L-1 para filtros existentes y nuevos, respectivamente. Los niveles de plomo en todas las muestras de agua filtrada excepto 6 (99 %) estaban por debajo de la recomendación de la AAP de 1metrog L-1.	
Yang et al.	Microbios	X	X			Los filtros cerámicos de agua alcanzan en promedio un 2 en valor de reducción logarítmica (LVR), es decir un 99% de eliminación bacteriana.	Si bien los filtros cerámicos de agua, en la actualidad suelen ser reforzados con plata u otros elementos para mejorar su eficacia en la eliminación de bacterias, sin necesidad de estos ya ofrecen resultados sorprendentes
Jackson et al.	Bacteriófago MS2 Adenovirus	X	X			La eliminación del fago MS2 mediante filtros cerámicos de agua fue de 71,95% y de 75,98% mediante filtros incrustados en plata y cobre, respectivamente.	Tanto la plata como el cobre son grandiosos desinfectantes virales e incluso una combinación de ambos dentro de un filtro producen mejores resultados en el filtrado anti bacterial

Mulhern y MacDonald Gibson	Plomo			X		Durante los ocho meses de aplicación del filtro de carbón activado debajo del fregado en 17 hogares, el dispositivo elimino un 98% del plomo afluente durante todo el estudio, además los niveles de plomo efluente fueron inferiores a 1µg/l	
Rahim y Othman	Bacterias Materia en suspensión	X			X	El sistema de filtración de osmosis inversa resulto ser el más efectivo en el país de malasia, donde tras diversos análisis se demostró que el agua filtrada por dicho instrumento contaba con 0% de presencia bacteriológica y en materia en suspensión en el agua en todas las muestras.	Sin embargo, el filtro elimina también los buenos minerales, bacterias que el cuerpo necesita.
Siwila y Brink	Metales Bacterias Sólidos suspendidos totales	X		X	X	El sistema que incorporó carbón activado granular presentó menores niveles de E. Coli (57,3%) en comparación a los otros prototipos donde el porcentaje promedio fue de 90%. La remoción de sólidos suspendidos totales fue de 97%. Los sistemas combinados destacaron en la remoción de metales, en el siguiente orden: Fe> Pb> Ni> Al> Zn> Cu> As> Cr> Cd>	El sistema que incorporó carbón activado granular presentó menores niveles de E. Coli (57,3%). La remoción de sólidos suspendidos totales fue de 97%.

						Mn (con remociones promedio para los cinco primeros > 90% y los cinco últimos > 50%).	
Herkert et al.	Sustancias perfluoroalquiladas				X	Los filtros de osmosis inversa mostraron una eliminación casi completa de todas las sustancias perfluoroalquiladas evaluadas, por el contrario, los filtros a base de carbón activo mostraron resultados variados en la eliminación de los PFA, siendo que su eficacia pareciera depender de la longitud de la cadena de los PFAS, los de cadena larga tuvieron un 60%-70% de eliminación y los de cadena corta tuvieron un 40% de eliminación.	
Patil et al.	E. coli Bacteriófagos Bacterias coliformes	X	X			Se logró reducir los contaminantes bacterianos y virales en el rango de 4 a 6 log <sub>10</sub> y, por lo tanto, puede considerarse altamente protector según la categorización de la OMS de tecnologías de tratamiento de agua doméstico	Los prototipos de agitadores de cloro han sido capaces de combatir la E. coli, bacteriófagos y bacterias coliformes, situando al agua tratada dentro de los parámetros de consumo de la OMS
Chu et al.	bacterias, virus y protozoos	X	X			Los diferentes enfoques de desinfección de puntos de uso solares vienen no solo con características ventajosas únicas, sino también con desafíos distintivos	No visualizamos una única solución más efectiva que pueda resolver todos los desafíos actuales

					que deben resolverse a través de más investigaciones	
Rezaeinia et al.	Metales traza			X	Las concentraciones promedio de Cr, Cu, Fe, Mn, Ni y Zn fueron 6.03, 12.64, 21.20, 1.42, 2.13 y 291.80 µg/L, respectivamente en agua corriente y 1.27, 7.76, 8.59, 0.76, 1.16 y 136.11 µg / L en sistema POU. Todos estos valores estaban por debajo del límite permisible de la OMS y la EPA. Dado que el HI total de POU-WTS para cada grupo fue significativamente menor que el HI del agua del grifo, lo que sugiere que el uso de POU-WTS puede reducir efectivamente el riesgo no cancerígeno	
Lucier, Dickson-Anderson y Schuster-Wallace	Patógenos del agua potable. Escherichia coli y bacteriófagos MS2	X	X		Las reducciones logarítmicas medianas más altas de E. coli, sin desviación significativa, se lograron con los filtros de 25, 30, 40, 50 y 75 % de Ag y oscilaron entre 6,25 y 6,8 reducciones logarítmicas.	Los filtros que contenían varias concentraciones de nanopartículas de plata (25–100 %) lograron una eliminación adicional de 2 log sobre los filtros de blanco, de cobre y mixtos de cobre/plata para bacterias

Fuente: Elaboración propia

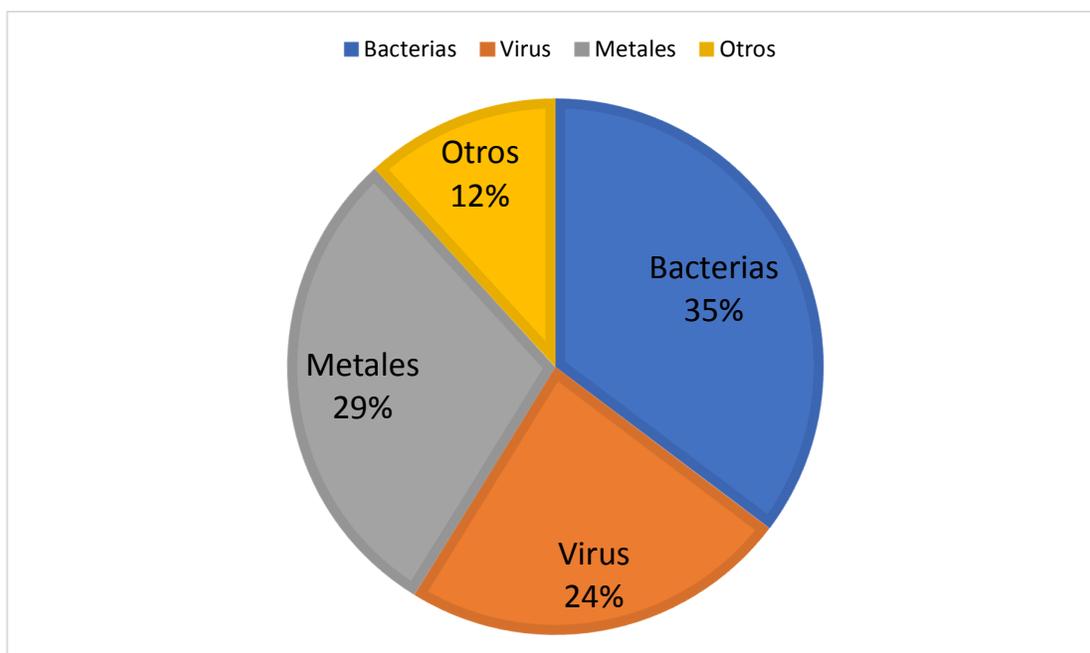
Del análisis de la tabla precedente, se aprecia que la mayoría de los elementos filtrados con los que se trabajó en las investigaciones del presente análisis fueron las bacterias (12), seguidas de los metales (10), seguidas de los virus (8) y con la presencia de otros en una escala menor (4). Agregando que varias investigaciones se centraron en la eliminación de más de un elemento.

La diferenciación entre bacterias y virus se hace con un criterio sanitario, ya que ambas son distintas y además en el análisis de las investigaciones se aprecia que existen estudios en que la efectividad de un filtro es aplicable solo a uno de los mencionados. La eliminación de bacterias se ha podido evidenciar empleando filtros de fibra de vidrio decorados con nanocables de plata AgNW-GF, los que han logrado una eliminación del 100% de E. coli (Bahcelioglu et al. 2020). En otro estudio, se emplearon nanopartículas de plata en filtros cerámicos para la eliminación de coliformes, lográndose una eliminación del 100% de estas bacterias (Ngoc Dung et al. 2019)

Sobre la eliminación de virus, es de apreciar que los filtros basados en carbón activado no brindan una adecuada protección contra colifagos (Mulhern et al. 2021). Pero, por otro lado, los filtros cerámicos fabricados con nitrato de plata y cobre han demostrado tener una efectividad de eliminación de fago MS2 y adenovirus del 75,98% (Jackson et al. 2020).

Respecto a la eliminación de metales, se puede ver que el elemento por predilección abordado es el plomo, apreciado predilectamente en artículos de origen estadounidense. Al intentar eliminar nanopartículas de plomo empleando filtros de carbón activado e intercambio iónico se obtuvo que, los filtros de carbón activado lograron una eliminación de entre el 44.6% y el 65.1%; y los filtros de jarra basados en carbón activado y/o intercambio iónico vario entre los 10.9% y 92.9% (Doré et al. 2021). En una investigación se empleó el filtro de carbón activado. Al examinarse el empleo del filtro de ósmosis inversa para combatir el efecto corrosivo por plomo se pudo apreciar que el filtro de ósmosis inversa con 7 etapas pudo reducir la tasa de corrosión a 0.007 mpy (Shrestha y Li 2017), asimismo, al emplear por ocho meses el filtro de carbón activado bajo fregadero en 17 hogares de Estados Unidos, se evidenció una eliminación del 98% de plomo afluente y una obtención de niveles de plomo efluente inferiores a 1µg/l.

Figura 8: Porcentaje de elementos filtrados



Fuente: Elaboración propia

Del análisis de la figura precedente se puede apreciar que, en las investigaciones analizadas, el elemento filtrado que más se ha empleado fue el referido a las bacterias con un 35% del total. Asimismo, el segundo elemento más filtrado fue el referido a los metales con un 29% del total. Además, cabe agregar que el tercer elemento más empleado en los estudios analizados fue el referido a los virus con un 24% del total. Finalmente, el cuarto elemento más filtrado en los estudios analizados el catalogado como otros que alcanzo el 12% del total.

Tabla 5: Categoría "Impacto"

Autores	Impacto			Indicadores	
	Económico	Social	Salud	Costo del filtro	Mejora en las condiciones de vida
Mulhern et al.		X			Los usuarios de pozos privados pueden verse beneficiados de una mejora calidad del agua y condiciones de uso gracias a los filtros POU de carbón activado
Alsulaili, Al-Harbi y Elsayed		X			Se descubrió que la principal causa de deterior de los filtros se da por la falta de mantenimiento de los mismos propietarios de los filtros
Bahcelioglu et al.	X		X	El filtro AgNW-GF (ni más ni menos) es el más conveniente en términos de eficiencia de eliminación, liberación de Ag y costo potencial.	Los estudios revelaron que los AGNW tienen una toxicidad ambiental muchos menores comparados con las estructuras de Ag de otras formas (cubos, partículas, etc.).
Doré et al.		X	X		Persigue la eliminación de la incidencia del cáncer al ser el fosfato de plomo un metal con consecuencias cancerígenas
Baldasso et al.	X				Se enfatiza en el bajo costo de instalación y mantenimiento.
Verhougstraete et al.	X		X	El costo de vida de la instalación y mantenimiento del filtro POU es menor a las pérdidas económicas por reducción de coeficiente intelectual que experimentan	

				las personas que consumen plomo	
Shrestha y Li			X		Se identificó que el filtro de osmosis inversa de 7 etapas puede proporcionar agua con una presencia de plomo casi inexistente al ser humano.
Ngoc Dung et al.			X		Salud: Quedo demostrado que la aplicación de estos filtros al reducir en un 100% los microorganismos analizados en este estudio, asegura una mejor salud en las personas que los apliquen.
Bosscher et al.		X	X		Dada la prevención de enfermedades y el empleo de parámetros de consumo. Cuyos valores se pueden obtener mediante el empleo de los filtros
Yang et al.	X	X		Por su bajo costo, estos filtros son ideales en países en desarrollo, siendo que en el 2014 se estima que más de 4 millones de personas en el mundo usaron los filtros cerámicos de agua para preparar agua potable diariamente	
Jackson et al.		X	X		El fago ms2 y el adenovirus son usados como virus modelos para probar la eficacia de los tratamientos de agua, mejorando así dichos sistemas y en consecuencia la calidad de vida de las

					personas que tengan que utilizar aquellos filtros
Mulhern y MacDonald Gibson		X	X		La efectividad de estos dispositivos a lo largo del tiempo tiene implicaciones importantes para prevenir la exposición desproporcionada al Pb entre las comunidades que dependen del agua de pozos privados
Rahim y Othman		X			Los contaminantes en el agua pueden variar de acuerdo a la ubicación geográfica en la que nos encontremos, es por esto la importancia de investigaciones como la presente para poder recabar información de los filtros de agua y su eficacia de acuerdo a la necesidad del usuario.
Siwila y Brink	X	X		Se indagó en un sistema de filtro de bajo costo para sectores con escasos recursos	
Herkert et al.			X		Se habla de la conveniencia que tiene el empleo de estos filtros para el tratamiento del agua de consumo humano.
Patil et al.	X	X		La tecnología puede estar disponible a bajo costo.	Tiene el potencial de beneficiar a un gran número de personas que dependen de fuentes inseguras de agua potable.
Chu et al.	X	X		Esta investigación se enfocó en los filtros de agua en zonas rurales, en las cuales el empleo de la mayor radiación	Los filtros que desarrollan están destinados a grupos de personas pertenecientes a países en desarrollo

				solar que las caracteriza, hace posible el uso de ciertos tipos de filtrados económicos	
Rezaeinia et al.			X		Esta investigación se enfocó en la eliminación de elementos de riesgo carcinogénico
Lucier, Dickson-Anderson y Schuster-Wallace			X		Proporcionan un nivel de protección contra la salud microbiana acorde con los estándares internacionales y la OMS

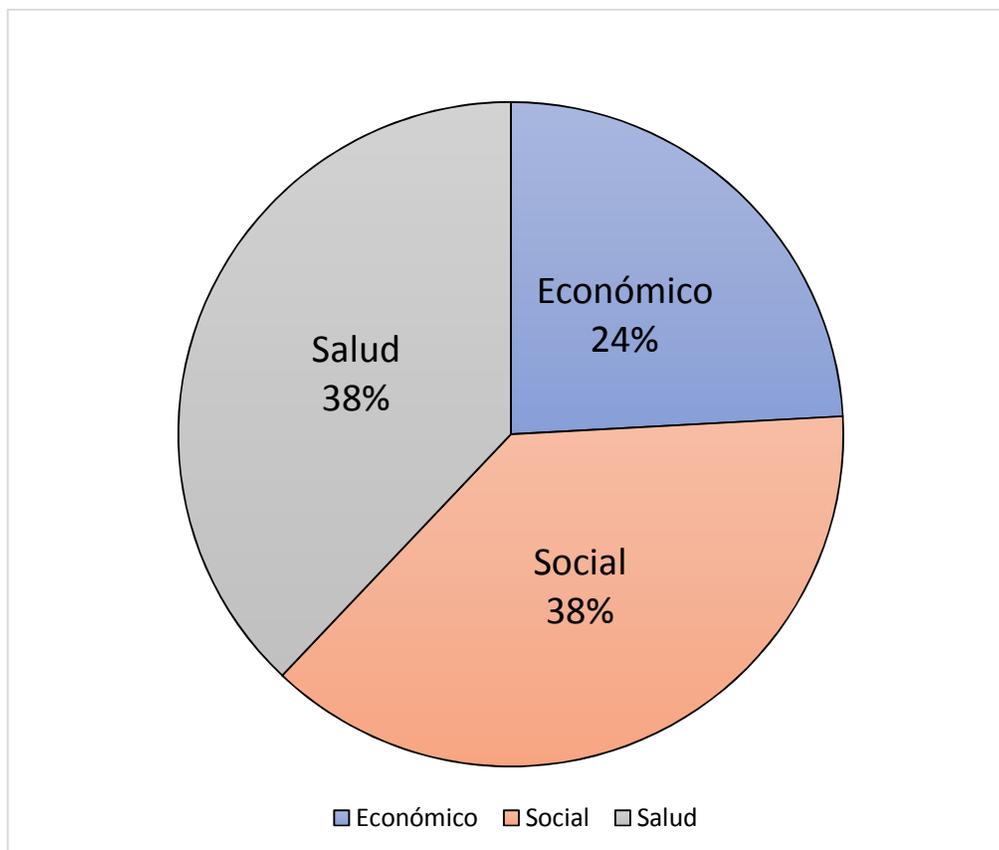
Fuente: *Elaboración propia*

Conforme a la revisión de artículos realizada, se han podido distinguir 3 tipos de impacto que los estudios analizados han logrado rescatar, siendo el económico, social y salud; siendo el impacto social y salud los que se han apreciado en mayor grado (ambos en 11 investigaciones), por su parte, el impacto económico se ha apreciado en 7 de los estudios. Respecto al impacto económico, Bahcelioglu et al. (2021), han destacado al filtro de fibra de vidrio como el más eficiente en términos de eficiencia en la liberación de plata y costo potencial. A su vez, Yang et al. (2020), destacaron también al filtro cerámico como el ideal en países en desarrollo, dado su bajo costo, agregando que en el 2014 más de 4 millones de personas lo han venido empleando a los largo del mundo. Asimismo, Chu et al. (2018) destacaron al filtro UV como el más apropiado en zonas rurales, considerando

las condiciones del entorno que hacen propia la generación de rayos UV, que a su vez permiten trabajar con estos filtros económicos. Además, es bueno resaltar que en muchas investigaciones se han centrado en el objetivo de idear filtros de costo económico, centrándose en que sea accesible para los ciudadanos de menores recursos, considerando que en la mayoría de casos son ellos quienes tienen problemas en la adquisición de agua de calidad.

Sobre el impacto social y de salud, se ha podido apreciar que, en países desarrollados como Estados Unidos es común el uso de pozos para el abastecimiento potable en algunos de sus estados, en los cuales el empleo de filtros le ha permitido acceder a agua de calidad que prevenga la aparición de enfermedades (Mulhern et al. 2021). Pues se ha comprobado que distintos sistemas de filtrado han podido eliminar el 100% de los microorganismos perniciosos para la salud humana, atendiendo a los criterios de la OMS (Ngoc Dung et al. 2019). Siendo que tal criterio ha sido uno de los principios del uso de los filtros, tanto en su uso cotidiano como de los experimentos en que se ha buscado determinar su efectividad, la cual ha sido también comprobada en la eliminación de virus como el fago MS2 y el adenovirus (Jackson et al. 2020). Asimismo, es bueno resaltar que, se descubrió que la principal causa de deterioro de los filtros, y su respectivo mal desempeño, se da por la falta de mantenimiento de los mismos propietarios de los filtros (Alsulaili, Al-Harbi y Elsayed 2020), pues en la mayoría de casos analizados en situaciones reales, los usuarios desconocen los mantenimientos mínimos que deben realizar a sus filtros, preocupándose únicamente cuando el agua filtrada les resulta desagradable al gusto o a la vista, lo cual suele darse cuando ya es demasiado tarde para hacer un mantenimiento, pues es probable que, ya una colonia de patógenos se encuentre bien instalada en sus filtros por falta de mantenimiento.

Figura 9: Porcentaje del impacto



Fuente: Elaboración propia

Del análisis de la figura precedente se puede apreciar que, en las investigaciones analizadas, los impactos que los estudios en cuestión han perseguido, se han dado principalmente en el aspecto de la salud y el aspecto social, ambos en un 38% de las investigaciones. Por su parte el tercer impacto del que han hablado las investigaciones mentadas ha sido el económico con un 24% de los casos.

## V. CONCLUSIONES

En esta investigación se han podido analizar distintos sistemas de filtros de agua potable POU, considerando como categorías de análisis al tipo de filtración, el elemento filtrado y el impacto del filtro en el usuario. Respecto a la categoría “tipo de filtración”, se pudo distinguir que el más empleado es el filtro de carbón activado, seguido de los filtros cerámicos y de ósmosis inversa. El filtro de carbón activado se suele emplear en la eliminación de indicadores microbianos tanto bacterianos como virales y en menor medida en la eliminación del plomo. Por su lado, el filtro cerámico es también empleado en la erradicación bacteriana y viral, y el filtro de ósmosis inversa se suele emplear en la eliminación del plomo, pero también para el tratamiento de parámetros químicos y biológicos. Además, cabe agregar que, existen filtros que integran más de un sistema de filtración y/o elementos adicionales, para mejorar la efectividad del filtrado.

Respecto a la categoría “elemento filtrado”, se pudo distinguir que las investigaciones hicieron mayor énfasis en las bacterias, seguidas de los metales y los virus. Sobre la eliminación de bacterias, se ha realizado empleando filtros de fibra de vidrio con nanocables de plata, así como filtros cerámicos adicionados de nanopartículas de plata, en ambos casos logrando efectividades del 100%. La eliminación de virus se ha realizado mediante el carbón activado, además de los filtros cerámicos fabricados con nitrato de plata y cobre, demostrando una efectividad de eliminación aceptable. Asimismo, sobre la eliminación de metales, se ha podido realizar empleando carbón activado e intercambio iónico se obtuvieron resultados regulares, pero empleando ósmosis inversa, se ha conseguido una efectividad casi absoluta.

Respecto a la categoría “impacto”, se ha podido rescatar que el bajo costo de los filtros de fibra de vidrio, así como se ha destacado al filtro cerámico como el ideal en países en desarrollo, asimismo, se ha realizado que el filtro UV es idóneo para zonas rurales. Respecto al impacto social y de salud, se ha notado que incluso países de primer mundo emplean filtros para mejorar su calidad de agua, además se rescatarse que, gracias a la eliminación de bacterias y virus, los filtros tienen un evidente impacto en la prevención de enfermedades, finalmente, se ha podido notar

que, en la mayoría de casos en que los filtros han tenido un mal desempeño, esto se ha debido a la falta de un adecuado mantenimiento por parte de sus usuarios.

## VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda, realizar investigaciones enfocadas en el empleo de los filtros UV para las zonas rurales del Perú a las cuales no llega el agua potable del que se abastecen las ciudades.

Difundir el empleo de filtros cerámicos y sus propiedades en el uso habitual en los hogares, siendo una buena alternativa de tratamiento para el consumo directo de la población.

Difundir el empleo de opciones móviles de filtro como los filtros en jarra y los dispensadores de cloro, que como se vio son opciones prácticas que también contribuyen a mejorar la calidad del agua.

Concientizar al poblador acerca de la importancia que tiene el cuidado de la calidad del agua que se usa a diario, tanto para su consumo como para la cocción de sus alimentos, dada la relación entre estos indicadores y la prevención de enfermedades.

## REFERENCIAS

- ADESAKIN, T.A., OYEWALE, A.T., BAYERO, U., MOHAMMED, A.N., ADUWO, I.A., AHMED, P.Z., ABUBAKAR, N.D. y BARJE, I.B., 2020. Assessment of bacteriological quality and physico-chemical parameters of domestic water sources in Samaru community, Zaria, Northwest Nigeria. *Heliyon* [en línea], vol. 6, no. 8, pp. e04773. [Consulta: 13 febrero 2022]. ISSN 2405-8440. DOI 10.1016/j.heliyon.2020.e04773. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844020316169>.
- ALDARIZ-FERNÁNDEZ, I., 2021. Agua filtrada, tipos de filtración de agua, filtros de agua y botellas filtradoras. *Greenteach* [en línea]. [Consulta: 13 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.greenteach.es/agua-filtrada-filtros-de-agua-y-botellas-filtradoras/>.
- ALSULAILI, A., AL-HARBI, M. y ELSAYED, K., 2020. The influence of household filter types on quality of drinking water. *Process Safety and Environmental Protection* [en línea], vol. 143, pp. 204-211. [Consulta: 9 enero 2022]. ISSN 0957-5820. DOI 10.1016/j.psep.2020.06.051. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582020316050>.
- AMNISTÍA INTERNACIONAL, 2021. Nueva evidencia confirma crisis de salud por metales tóxicos en Espinar, Perú. *Amnistía Internacional* [en línea]. [Consulta: 2 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.amnesty.org/es/latest/news/2021/05/peru-crisis-de-salud-metales-toxicos-espinar/>.
- BAHCELIOGLU, E., DOGANAY, D., COSKUN, S., UNALAN, H.E. y ERGUDER, T.H., 2020. A Point-of-Use (POU) Water Disinfection: Silver Nanowire Decorated Glass Fiber Filters. *Journal of Water Process Engineering* [en línea], vol. 38, pp. 101616. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 2214-7144. DOI 10.1016/j.jwpe.2020.101616. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714420304943>.

- BALDASSO, V., LUBARSKY, H., PICHEL, N., TUROLLA, A., ANTONELLI, M., HINCAPIE, M., BOTERO, L., REYGADAS, F., GALDOS-BALZATEGUI, A., BYRNE, J.A. y FERNANDEZ-IBAÑEZ, P., 2021. UVC inactivation of MS2-phage in drinking water – Modelling and field testing. *Water Research* [en línea], vol. 203, pp. 117496. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 0043-1354. DOI 10.1016/j.watres.2021.117496. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135421006941>.
- BOSSCHER, V., LYTLE, D.A., SCHOCK, M.R., PORTER, A. y DEL TORAL, M., 2019. POU water filters effectively reduce lead in drinking water: a demonstration field study in flint, Michigan. *Journal of Environmental Science and Health, Part A* [en línea], vol. 54, no. 5, pp. 484-493. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 1093-4529. DOI 10.1080/10934529.2019.1611141. Disponible en: <https://doi.org/10.1080/10934529.2019.1611141>.
- CÁRDENAS, C., 2018. Espinar: Detectan presencia de metales tóxicos en agua de consumo humano. En: section: Edición Regional, *Ojo Público* [en línea]. Espinar, 14 diciembre 2018. [Consulta: 2 febrero 2022]. Disponible en: <https://ojo-publico.com/1019/espinar-detectan-presencia-de-metales-toxicos-en-agua-de-consumo-humano>.
- CASASEMPERE-SATORRES, A. y VERCHER-FERRÁNDIZ, M.L., 2020. Análisis documental bibliográfico. Obteniendo el máximo rendimiento a la revisión de la literatura en investigaciones cualitativas. *New Trends in Qualitative Research* [en línea], vol. 4, pp. 247-257. [Consulta: 22 febrero 2022]. ISSN 2184-7770. DOI 10.36367/ntqr.4.2020.247-257. Disponible en: <https://publi.ludomedia.org/index.php/ntqr/article/view/44>.
- CHU, C., RYBERG, E.C., LOEB, S.K., SUH, M.-J. y KIM, J.-H., 2019. Water Disinfection in Rural Areas Demands Unconventional Solar Technologies. *Accounts of Chemical Research* [en línea], vol. 52, no. 5, pp. 1187-1195. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 0001-4842. DOI 10.1021/acs.accounts.8b00578. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.accounts.8b00578>.

- CONCYTEC, 2019. *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del SINACYT* [en línea]. 2019. S.l.: s.n. [Consulta: 28 enero 2022]. Disponible en: [https://portal.concytec.gob.pe/images/noticias/Propuesta\\_del\\_nuevo\\_Reglamento\\_del\\_investigador.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/noticias/Propuesta_del_nuevo_Reglamento_del_investigador.pdf).
- COTRUVO, J.A., ANDREW, R. y HERMAN, R., 2014. 2.10 - Point of Use and Point of Entry Treatment Technologies Applicable in the Home for Controlling Chemical, Microbial, and Aesthetic Contaminants in Drinking Water. En: S. AHUJA (ed.), *Comprehensive Water Quality and Purification* [en línea]. Waltham: Elsevier, pp. 196-211. [Consulta: 22 febrero 2022]. ISBN 978-0-12-382183-6. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123821829000347>.
- DORÉ, E., FORMAL, C., MUHLEN, C., WILLIAMS, D., HARMON, S., PHAM, M., TRIANTAFYLLIDOU, S. y LYTLE, D.A., 2021. Effectiveness of point-of-use and pitcher filters at removing lead phosphate nanoparticles from drinking water. *Water Research* [en línea], vol. 201, pp. 117285. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 0043-1354. DOI 10.1016/j.watres.2021.117285. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135421004838>.
- EDEN, 2019. Filtro para agua: ¿qué tipos existen y cuáles son los mejores? *Eden Springs* [en línea]. [Consulta: 6 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.aguaeden.es/blog/filtro-para-agua>.
- GARCÍA, A., 2021. Santa Rosa, en El Oro, investiga presencia de metales pesados en el agua como posible causa de intoxicación de más de 1 000 personas. *El Comercio* [en línea]. Ecuador, 2021. [Consulta: 2 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/actualidad/ecuador/metales-pasados-intoxicacion-agua-santarosa.html>.
- HERKERT, N.J., MERRILL, J., PETERS, C., BOLLINGER, D., ZHANG, S., HOFFMAN, K., FERGUSON, P.L., KNAPPE, D.R.U. y STAPLETON, H.M., 2020. Assessing the Effectiveness of Point-of-Use Residential Drinking Water Filters for Perfluoroalkyl Substances (PFASs). *Environmental Science*

& *Technology Letters* [en línea], vol. 7, no. 3, pp. 178-184. [Consulta: 6 marzo 2022]. DOI 10.1021/acs.estlett.0c00004. Disponible en: <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.0c00004>.

HERNÁNDEZ SAMPIERI, R., FERNÁNDEZ COLLADO, C. y BAPTISTA LUCIO, P., 2014. *Metodología de la investigación* [en línea]. México: McGraw Hill Interamericana. ISBN 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>.

HERNÁNDEZ-SAMPIERI, R. y MENDOZA-TORRES, C.P., 2018. *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGrall Hill Education. ISBN 978-1-4562-6096-5.

INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL, 2020. *INFORME DE EMERGENCIA N° 833 - 2/12/2020 / COEN - INDECI / 20:50 HORAS (Informe N° 54)* [en línea]. 2020. S.l.: s.n. [Consulta: 2 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/INFORME-DE-EMERGENCIA-N%C2%BA-629-28SEP2020-CONTAMINACI%C3%93N-DE-LOS-RIOS-CORALAUQUE-Y-TAMBO-EN-EL-DEPARTAMENTO-DE-MOQUEGUA-43.pdf>.

JACKSON, K.N., KAHLER, D.M., KUCHARSKA, I., REKOSH, D., HAMMARSKJOLD, M.-L. y SMITH, J.A., 2020. Inactivation of MS2 Bacteriophage and Adenovirus with Silver and Copper in Solution and Embedded in Ceramic Water Filters. *Journal of Environmental Engineering* [en línea], vol. 146, no. 3, pp. 04019130. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 1943-7870. DOI 10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001634. Disponible en: <https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/%28ASCE%29EE.1943-7870.0001634>.

LIMA, L., 2021. Benton Harbor, la ciudad de EE.UU. con el agua tan contaminada con plomo que no pueden usarla ni para cepillarse los dientes. *BBC News Mundo* [en línea]. BBC News. Estados Unidos, 2021. [Consulta: 1 febrero

2022]. Disponible en: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-internacional-58976281>.

LUCIER, K.J., DICKSON-ANDERSON, S.E. y SCHUSTER-WALLACE, C.J., 2017. Effectiveness of silver and copper infused ceramic drinking water filters in reducing microbiological contaminants. *Journal of Water Supply: Research and Technology-Aqua* [en línea], vol. 66, no. 7, pp. 528-536. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 0003-7214. DOI 10.2166/aqua.2017.028. Disponible en: <https://doi.org/10.2166/aqua.2017.028>.

MARTÍNEZ VALDÉS, Y. y VILLALEJO GARCÍA, V.M., 2018. La gestión integrada de los recursos hídricos: una necesidad de estos tiempos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental* [en línea], vol. 39, no. 1, pp. 58-72. [Consulta: 2 febrero 2022]. ISSN 1680-0338. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1680-03382018000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=en](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1680-03382018000100005&lng=es&nrm=iso&tlng=en).

MULHERN, R. y MACDONALD GIBSON, J., 2020. Under-Sink Activated Carbon Water Filters Effectively Remove Lead from Private Well Water for over Six Months. *Water* [en línea], vol. 12, no. 12, pp. 3584. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 2073-4441. DOI 10.3390/w12123584. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-4441/12/12/3584>.

MULHERN, R., STALLARD, M., ZANIB, H., STEWART, J., SOZZI, E. y MACDONALD GIBSON, J., 2021. Are carbon water filters safe for private wells? Evaluating the occurrence of microbial indicator organisms in private well water treated by point-of-use activated carbon block filters. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* [en línea], vol. 238, pp. 113852. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 1438-4639. DOI 10.1016/j.ijheh.2021.113852. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S143846392100167X>.

NGOC DUNG, T.T., PHAN THI, L.-A., NAM, V.N., NHAN, T.T. y QUANG, D.V., 2019. Preparation of silver nanoparticle-containing ceramic filter by in-situ reduction and application for water disinfection. *Journal of Environmental*

*Chemical Engineering* [en línea], vol. 7, no. 3, pp. 103176. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 2213-3437. DOI 10.1016/j.jece.2019.103176. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343719302994>.

NIÑO-ROJAS, V.-M., 2011. *Metodología de la Investigación*. Primera. Bogotá: Ediciones de la U. ISBN 978-958-8675-94-7.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2018. *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda* [en línea]. 4a ed + 1a adenda. Ginebra: Organización Mundial de la Salud. [Consulta: 13 febrero 2022]. ISBN 978-92-4-354995-8. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/272403>.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, 2019. Agua. *Centro de prensa* [en línea]. [Consulta: 1 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.

PATIL, R., AHMAD, D., BALKUNDAE, P., KAUSLEY, S. y MALHOTRA, C., 2020. Development of low cost point-of-use (POU) interventions for instant decontamination of drinking water in developing countries. *Journal of Water Process Engineering* [en línea], vol. 37, pp. 101435. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 2214-7144. DOI 10.1016/j.jwpe.2020.101435. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714420303135>.

PLUTZER, J. y KARANIS, P., 2016. Neglected waterborne parasitic protozoa and their detection in water. *Water Research* [en línea], vol. 101, pp. 318-332. [Consulta: 22 febrero 2022]. ISSN 0043-1354. DOI 10.1016/j.watres.2016.05.085. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135416304171>.

RAHIM, N.S.A. y OTHMAN, N., 2019. Home Water Purification System in Malaysia: Qualitative and Quantitative Study. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [en línea], vol. 601, no. 1, pp. 012011. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 1757-899X. DOI 10.1088/1757-899X/601/1/012011. Disponible en: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/601/1/012011>.

- RASOOL, A., FAROOQI, A., XIAO, T., MASOOD, S., KAMRAN, M.A. y BIBI, S., 2016. Elevated levels of arsenic and trace metals in drinking water of Tehsil Mailsi, Punjab, Pakistan. *Journal of Geochemical Exploration* [en línea], vol. 169, pp. 89-99. [Consulta: 22 febrero 2022]. ISSN 0375-6742. DOI 10.1016/j.gexplo.2016.07.013. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S037567421630156X>.
- REZAEINIA, S., NASSERI, S., GHOLAMI, M., FARZADKIA, M. y ESRAFILI, A., 2019. Performance evaluation of point of use water treatment system in health risk reduction of trace metals in drinking water. *DESALINATION AND WATER TREATMENT*, vol. 139, pp. 246-253. DOI 10.5004/dwt.2019.23434.
- SALAS-SALVADÓ, J., MARAVER, F., RODRÍGUEZ-MAÑAS, L., SÁENZ DE PIPAON, M., VITORIA, I., MORENO, L.A., SALAS-SALVADÓ, J., MARAVER, F., RODRÍGUEZ-MAÑAS, L., SÁENZ DE PIPAON, M., VITORIA, I. y MORENO, L.A., 2020. Importancia del consumo de agua en la salud y la prevención de la enfermedad: situación actual. *Nutrición Hospitalaria* [en línea], vol. 37, no. 5, pp. 1072-1086. [Consulta: 2 febrero 2022]. ISSN 0212-1611. DOI 10.20960/nh.03160. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S0212-16112020000700026&lng=es&nrm=iso&tlng=pt](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0212-16112020000700026&lng=es&nrm=iso&tlng=pt).
- SANDERS, A.E. y SLADE, G.D., 2018. Blood Lead Levels and Dental Caries in U.S. Children Who Do Not Drink Tap Water. *American Journal of Preventive Medicine* [en línea], vol. 54, no. 2, pp. 157-163. [Consulta: 13 febrero 2022]. ISSN 0749-3797. DOI 10.1016/j.amepre.2017.09.004. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0749379717304956>.
- SHRESTHA, J. y LI, J., 2017. Influence of permeate from domestic reverse osmosis filters on lead pipes corrosion and plastic pipes leaching. *Journal of Water Process Engineering* [en línea], vol. 18, pp. 126-133. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 2214-7144. DOI 10.1016/j.jwpe.2017.06.007. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214714417300776>.

- SIWILA, S. y BRINK, I.C., 2019. Drinking water treatment using indigenous wood filters combined with granular activated carbon. *Journal of Water, Sanitation and Hygiene for Development* [en línea], vol. 9, no. 3, pp. 477-491. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 2043-9083. DOI 10.2166/washdev.2019.187. Disponible en: <https://doi.org/10.2166/washdev.2019.187>.
- SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE SERVICIOS DE SANEAMIENTO, 2004. *La calidad del agua potable en el Perú* [en línea]. Agencia de Cooperación Internacional de Japón. Lima: Tarea Gráfica. [Consulta: 22 febrero 2022]. ISBN 9972-2511-0-1. Disponible en: <https://www.sunass.gob.pe/wp-content/uploads/2020/09/Jica-2004.pdf>.
- UNED, 2022. *Guía de Alimentación y Salud* [en línea]. 2022. S.I.: Universidad Nacional de Educación a Distancia. [Consulta: 1 febrero 2022]. Disponible en: [https://www2.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-l/guia/guia\\_nutricion/compo\\_el\\_agua.htm](https://www2.uned.es/pea-nutricion-y-dietetica-l/guia/guia_nutricion/compo_el_agua.htm).
- UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, 2006. *Point of use o point of entre treatment options for small drinking water systems* [en línea]. Estados Unidos: The Cadmus Group, Inc. [Consulta: 22 febrero 2022]. Disponible en: [https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/guide\\_smallsystems\\_pou-poe\\_june6-2006.pdf](https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/guide_smallsystems_pou-poe_june6-2006.pdf).
- UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, 2020. *Actualización del Código de ética en investigación de la Universidad César Vallejo* [en línea]. 2020. S.I.: s.n. [Consulta: 21 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.ucv.edu.pe/wp-content/uploads/2020/11/RCUN%C2%B00262-2020-UCV-Aprueba-Actualizaci%C3%B3n-del-C%C3%B3digo-%C3%89tica-en-Investigaci%C3%B3n-1-1.pdf>.
- VEGA-MALAGÓN, G., ÁVILA-MORALES, J., VEGA-MALAGÓN, A.J., CAMACHO-CALDERÓN, N., BECERRIL-SANTOS, A. y LEO-AMADOR, G.E., 2014. Paradigmas en la investigación. Enfoque cuantitativo y cualitativo. *European Scientific Journal* [en línea], vol. 10, no. 15, pp. 7. ISSN 1857 - 7881 e 1857 - 7431. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/61258898/3477->

1-10011-1-10-2014053020191118-44529-1gutn4z-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1645556680&Signature=SY7eN63jEfnrhQR~jW1cEWUdcmyM0xMFv3UDOAww3PuBxVJ~w77oP1JUrwai495OOWtYx6M--cLfMf26kviBwVkdMUeWOxrvy8d01Ua0uScr8xqdMt~kTLZJ-DryeyjDZ72iNBPwiA6j5Q2EOhegjPluANbRD8rDYu~JfNMKA-1U1~IkFqYX1Goywi0dKtojegFzNAqSrkmTy3sLSqbGNW-6StMu4xEicV2kgZCxNhq5tp3yNVa6hy8FH-19KfHv-T4nRqkAJRuKh0HUUpkQT6Psy2L4vr5E2JDp4walnig6Ptbu9-obHNhk3R2XB9GUQ6wCaJQHLpk6LzksnFjg\_\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA.

VERHOUGSTRAETE, M.P., GERALD, J.K., GERBA, C.P. y REYNOLDS, K.A., 2019. Cost-benefit of point-of-use devices for lead reduction. *Environmental Research* [en línea], vol. 171, pp. 260-265. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 0013-9351. DOI 10.1016/j.envres.2019.01.016. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935119300180>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019. Drinking-water. [en línea]. [Consulta: 22 febrero 2022]. Disponible en: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>.

YANG, H., XU, S., CHITWOOD, D.E. y WANG, Y., 2020. Ceramic water filter for point-of-use water treatment in developing countries: Principles, challenges and opportunities. *Frontiers of Environmental Science & Engineering* [en línea], vol. 14, no. 5, pp. 79. [Consulta: 6 marzo 2022]. ISSN 2095-221X. DOI 10.1007/s11783-020-1254-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11783-020-1254-9>.

## ANEXOS

Tabla 6: Matriz de consistencia

TÍTULO: FILTROS DOMÉSTICOS DE AGUA POTABLE: REVISIÓN SISTEMÁTICA ENTRE LOS AÑOS 2017 AL 2021.			
PROBLEMA GENERAL Y ESPECIFICOS	OBJETIVO GENERAL Y ESPECIFICOS	VARIABLE	MÉTODO
<p>Problema general</p> <p>¿Cuáles son los filtros domésticos de agua potable más adecuados para el uso familiar?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>PE.01: ¿Cuáles son los tipos de filtración doméstica de agua potable para uso familiar?</p> <p>PE.02: ¿Cuáles son los elementos filtrados por los filtros domésticos de agua potable para uso familiar?</p> <p>PE.03: ¿Cuál es el impacto que producen los filtros domésticos de agua potable para uso familiar?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Analizar cuáles son los filtros domésticos de agua potable más adecuados para el uso familiar</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>OE.01: Conocer los tipos de filtración doméstica de agua potable para uso familiar.</p> <p>OE.02: Describir los elementos filtrados por los filtros domésticos de agua potable para uso familiar.</p> <p>OE.03: Analizar el impacto que producen los filtros domésticos de agua potable para uso familiar.</p>	<p>Filtros domésticos de agua potable</p>	<p>La investigación corresponde al tipo aplicada según CONCYTEC (2019). Cuenta con un diseño narrativo conforme a Hernández, et al. (2014). Y, complementariamente emplea el enfoque cuantitativo, según refieren Vega et al. (2014).</p>

	<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b>	
<b>TÍTULO: Filtros domésticos de agua potable: Revisión sistemática entre los años 2017 al 2021.</b>		
<b>REVISTA:</b>	<b>AÑO DE PUBLICACION:</b>	<b>LUGAR DE PUBLICACION:</b>
<b>TIPO DE INVESTIGACION:</b>		<b>CÓDIGO:</b>
<b>AUTOR(ES):</b>		
<b>PALABRAS CLAVES:</b>		
<b>TIPOS DE FILTRACIÓN</b>		
<b>ELEMENTOS FILTRADOS</b>		
<b>IMPACTO:</b>		
<b>RESULTADOS:</b>		
<b>CONCLUSIONES:</b>		