



**Universidad  
Norbert Wiener**

**UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER**

**Escuela académico Profesional de Farmacia y  
Bioquímica**

**TESIS**

**DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUA PARA EL  
CONSUMO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGÍA DE  
REVISIÓN SISTEMÁTICA Y METAANÁLISIS EN TESIS  
UNIVERSITARIAS**

**Para optar el Título Profesional de Químico Farmacéutico**

**Br. ESTRADA LAPAS, Guillermina**

<https://orcid.org/0000-0001-8361-4224>

**Br. VIDAL OLORTEGUI, Claudia Lisset**

<https://orcid.org/0000-0003-2096-0394>

**Lima, PERÚ**

**2021**

**DETERMINACIÓN DE CALIDAD DE AGUA PARA EL  
CONSUMO HUMANO APLICANDO LA METODOLOGÍA DE  
REVISIÓN SISTEMÁTICA Y METAANÁLISIS EN TESIS  
UNIVERSITARIAS**

**Línea de Investigación: Salud, Enfermedad y Ambiente**

**Asesor**

**Mg. PEDRO FELIX CASTILLO SOTO**

<https://orcid.org/0000-0002-1259-9335>

## DEDICATORIA

Dedico esta tesis a:

Dios, por su bendición y permanencia en todo momento.

A mis padres y hermanos, por el ejemplo y ardua labor en alentar el logro de mis propósitos trazados.

A mi asesor Pedro Castillo, por su apoyo constante en todo este camino.

A todos quiénes me motivaron a no rendirme y a crecer profesionalmente.

**Claudia Lisset.**

Dedico esta tesis a mi padre, por su apoyo incondicional, sacrificio, esfuerzo y por brindarme una carrera profesional para mi futuro; motivándome constantemente para conseguir mis metas.

A mi hijo, por ser mi fuente de motivación y fortaleza para superarme cada día de mi vida.

A mis hermanos, por sus palabras de aliento para seguir adelante y cumplir con mis metas.

A mi asesor Pedro Castillo Soto, por habernos guiado, apoyado en todo momento, transmitiéndonos sus conocimientos en base a su experiencia y sabiduría. Asimismo, por brindarnos su tiempo, dedicación y paciencia en la elaboración de esta tesis.

**Guillermina.**

<b>Índice General</b>	
<b>DEDICATORIA</b> .....	i
<b>Índice General</b> .....	ii
<b>Índice de Tablas</b> .....	vi
<b>Índice de Figuras</b> .....	vi
<b>Resumen</b> .....	viii
<b>Abstract</b> .....	viii
<b>Introducción</b> .....	1
<b>CAPÍTULO I: EL PROBLEMA</b> .....	3
<b>1.1. Planeamiento del problema</b> .....	3
<b>1.2. Formulación del problema</b> .....	7
1.2.1. Problema general .....	7
1.2.2. Problemas específicos .....	7
<b>1.3. Objetivos de la investigación</b> .....	7
1.3.1. Objetivo general .....	8
1.3.2. Objetivos específicos .....	8
<b>1.4. Justificación de la investigación</b> .....	8
1.4.1. Teórica .....	8
1.4.2. Metodológica.....	9
1.4.3. Práctica.....	9
<b>1.5. Limitaciones de la investigación</b> .....	9

<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	11
<b>2.1. Antecedentes de la investigación</b> .....	11
2.1.1. Antecedentes nacionales.....	11
2.1.2. Antecedentes internacionales.....	15
<b>2.2. Bases teóricas</b> .....	23
2.2.1. Agua para consumo humano.....	23
2.2.2. Revisión sistemática .....	26
2.2.3. Metaanálisis .....	31
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA</b> .....	33
<b>3.1. Método de investigación</b> .....	33
<b>3.2. Enfoque investigativo</b> .....	34
<b>3.3. Tipo de investigación</b> .....	34
<b>3.4. Diseño de la investigación</b> .....	34
<b>3.5. Población, muestra y muestreo</b> .....	35
3.5.1. Población .....	35
3.5.2. Muestra .....	35
3.5.3. Criterios de elegibilidad .....	35
3.5.3.1. Criterios de Inclusión.....	35
3.5.3.2. Criterios de Exclusión.....	36
<b>3.6. Variables y Operacionalización</b> .....	36
3.6.1. Variables para el enfoque cualitativo .....	36

3.6.2. Variables para el enfoque cuantitativo .....	36
3.6.3. Operacionalización de las variables .....	37
<b>3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....</b>	<b>40</b>
3.7.1. Fase I del estudio.....	40
3.7.2. Fase II del estudio .....	41
3.7.2.1. Búsqueda Sistemática de la Información.....	41
3.7.2.2. Identificación y selección de estudios.....	42
<b>3.8. Procesamiento y análisis de datos .....</b>	<b>44</b>
3.8.1. Elaboración de tabla de extracción de datos.....	44
3.8.2. Análisis de datos .....	45
3.8.2.1. Relacionados con la dimensión cualitativa (Revisión sistemática o análisis crítico de la información).....	45
3.8.2.2. Relacionados con la dimensión cuantitativa (metaanálisis o síntesis de resultados de los estudios primarios).....	45
<b>3.9. Aspectos éticos .....</b>	<b>46</b>
<b>CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
<b>4.1. Resultados .....</b>	<b>47</b>
4.1.1. Proceso de selección.....	47
4.1.2. Características de los estudios seleccionados .....	48
4.1.3. Selección de Instrumento para evaluar la calidad de los estudios .....	49
4.1.4. Aplicación del metaanálisis convencional.....	53
4.1.4.1. Características de los estudios para el parámetro cloro libre .....	53

4.1.4.2. Resultados de metaanálisis (Forest plot) para el parámetro cloro libre.....	53
4.1.4.3. Gráfica de sesgos (Funnel plot).....	54
4.1.4.4. Características de los estudios para el parámetro pH .....	54
4.1.4.5. Resultados de metaanálisis (Forest plot) para el parámetro pH .....	55
4.1.4.6. Gráfica de sesgos (Funnel plot).....	55
4.1.4.7. Características de los estudios para el E. coli.....	56
4.1.4.8. Resultados de meta-análisis (Forest plot) para el parámetro E. coli.....	56
4.1.4.9. Gráfica de sesgos (Funnel plot) para los estudios de E. coli.....	57
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1. Conclusiones .....</b>	<b>58</b>
<b>5.2. Recomendaciones.....</b>	<b>60</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>67</b>
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	67
Anexo 2: Konno K, Livoreil B, Pullin AS. 2020. Collaboration for Environmental Evidence Critical Appraisal Tool version 0.1 (prototype).....	67
<b>Collaboration for Environmental Evidence Critical Appraisal Tool Version 0.1 (Prototype).....</b>	<b>69</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1: Anexo I - Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos _____	25
Tabla 2: Anexo II - Límites Máximos permisibles de Parámetros químicos y caracteres organolépticos _____	25
Tabla 3: Diferencia entre Revisión Narrativa y Revisión Sistemática _____	41
Tabla 4: Tipos de estudio y listas de comprobación _____	43
Tabla 5: Características de estudios para metaanálisis _____	48
Tabla 6: Características de calidad de los estudios, evaluación por “pares” y según criterios de CONCYTEC _____	50
Tabla 7: Cuadro de evaluación de la calidad de los estudios según instrumento de Directrices de la Colaboración para la Evidencia Medioambiental (CEE, por sus siglas en inglés para Collaboration for Environmental Evidence), de la Universidad de Bangor en Reino Unido _____	52
Tabla 8: Valores a someter a metaanálisis en RevMan 5.3 _____	53
Tabla 9: Estudios y valores de pH a considerar para el metaanálisis en RevMan 5.3 _____	54
Tabla 10: Estudios y valores de E. coli a considerar para el metaanálisis en RevMan 5.3 _____	56
Tabla 11: Matriz de consistencia _____	68

## Índice de Figuras

Figura 1: Pirámide de niveles de evidencia científica _____	30
Figura 2: Pasos de una Revisión Sistemática _____	30
Figura 3: Secuencia de trabajo (fuente: elaboración propia) _____	33
Figura 4: Fases del estudio _____	40

Figura 5: Diagrama de flujo del análisis para la selección de artículos (fuente: elaboración propia)	47
Figura 6: Forest plot del parámetro Cloro libre en RevMan 5.3	53
Figura 7: Funnel plot de Cloro residual en RevMan 5.3	54
Figura 8: Forest plot del parámetro pH en RevMan 5.3	55
Figura 9: Funnel plot de pH en RevMan 5.3	55
Figura 10: Forest plot del parámetro E. coli en RevMan 5.3	56
Figura 11: Funnel plot de E. coli en RevMan 5.3	57

## **Resumen**

El presente estudio tuvo como objetivo establecer la calidad del agua para consumo humano a través del análisis de los resultados de estudios realizados sobre parámetros físico-químicos y microbiológicos empleando la técnica de revisión sistemática complementada con meta-análisis. El empleo de estas técnicas establece la producción científica en el nivel de estudios académicos universitarios como de baja calidad y la síntesis de resultados a partir de la diferencia de media estandarizadas de los valores encontrados para cada parámetro analizado versus su correspondiente estándar nos permitió establecer que no se cumplía con la totalidad de ensayos requeridos como parámetros de control obligatorio, para el pH se encontró una media estandarizada de 0,04 (IC<sub>95%</sub>: -0,15 a 0,22) y para el contenido de Cloro libre 0,11 (IC<sub>95%</sub>: -0,9 a 0,32), ambos con tendencia al estándar pero estadísticamente no significativos, esto así mismo nos hace ver que los estudios analizados no proveen información robusta para concluir acerca de la calidad del agua que se consume en Lima.

### Palabras claves (DECS):

“Metaanálisis”, “Meta-análisis”, “Meta análisis”, “Metanálisis”, “agua”, “acidez del agua”, “agua potable”, “agua para el consumo humano”, “abastecimiento de agua”

## **Abstract**

The objective of the present study was to establish the quality of water for human consumption through the analysis of the results of studies carried out on physical-chemical and microbiological parameters using the systematic review technique complemented with meta-analysis. The use of these techniques establishes the scientific production at the level of university academic studies as low quality and the synthesis of results from the difference of standardized means of the values found for each parameter analyzed versus its corresponding standard allowed us to establish that no all the tests required as mandatory

control parameters were fulfilled, for pH a standardized mean of 0.04 was found (CI<sub>95%</sub>: -0.15 to 0.22) and for the free Chlorine content 0.11 (CI<sub>95%</sub>: -0.9 to 0.32), both with a tendency to the standard but statistically not significant, this also makes us see that the analyzed studies do not provide robust information to conclude about the quality of the water consumed in Lima.

Keywords (MESH):

“Meta-analysis”, “Meta analysis”, "Water", "water acidity", "drinking water", "water for human consumption", "water supply"

## **Introducción**

En el presente estudio se prevee a través de la aplicación de la técnica empleada para revisión sistemática y de metaanálisis obtener la síntesis de resultados, establecer el riesgo *per se* que existe en el agua potable o agua de consumo humano según el cumplimiento con los parámetros establecidos de carácter organoléptico, físico, químico y microbiológico para establecer la calidad de la misma.

Las autoras conocen que este tipo de estudio parametriza el análisis de estudios primarios que ostentan un elevado nivel de calidad científica, como también que la aplicación de estas técnicas en salud (medicina) ha tenido su mejor aliado para concluir adecuadamente con la síntesis de información y permitir la adecuada toma de decisiones (medicina basada en evidencias); pero, no es exclusiva más bien como metodología pertenece a la actividad multidisciplinaria, siendo incluso la bibliometría una de las ciencias que así mismo la usa, por eso se pretende la aplicación de las mismas llamando a los futuros investigadores de estudios primarios a mantener dentro de sus objetivos el desborde de calidad total en sus producciones.

Por otro lado, la calidad del agua potable o agua para el consumo humano ya sea para ingerir o aseo personal, debe mantener características propias de tipo organolépticas, físico-químicas y microbiológicas dentro de rangos que aseguren su condición de consumo; razón por la que es importante destacar el aporte como profesionales de salud en la vigilancia sanitaria de este recurso, desde las variadas perspectivas que correspondan.

A nivel universitario, en la producción científica de diferentes grados académicos se han planteado múltiples estudios que indistintamente abarcan la calidad del agua en general, pero es necesario establecer que la problemática de ésta es de carácter mundial, involucrando incluso la participación de instituciones de alto nivel como la Organización Mundial de la

Salud, Organización Panamericana de la Salud, Organización de las Naciones Unidas y localmente la Dirección General de Salud Ambiental y la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento; quienes fiscalizan, regulan, supervisan, etc., a través de marcos normativos las condiciones adecuadas que este recurso debe tener para el consumo humano.

A través del presente estudio, de características cuali-cuantitativas, nos permitiremos abordar diferentes aspectos, que permitan tener claros los objetivos que perseguimos para beneficio de la comunidad y de los futuros estudios que sobre calidad del agua potable se realicen a nivel nacional; por ello en el Capítulo I; abordaremos la realidad problemática, que como mencionamos anteriormente tiene características mundiales y los aspectos por garantizar el abastecimiento adecuado de este recurso, en el Capítulo II; Plantearemos mediante antecedente nacionales e internacionales la importancia de la participación activa sobre todo de las universidades locales en formar parte de esta cadena de suministro de este recurso, así mismo revisaremos los aspectos de la aplicación de la revisión sistemática y metaanálisis en este tipo de producto; la aplicación de la metodología empleada a través de las técnicas de revisión sistemática y de metaanálisis lo detallamos en el Capítulo III, en el cual también abordaremos todas las variables y su respectiva operacionalización para lograr determinar las conclusiones que permitirían tomas de decisiones; luego en el Capítulo IV explicaremos mediante tablas y gráficos con sus respectivas interpretaciones los diferentes resultados obtenidos para cada uno de los objetivos planteados y concluiremos en el Capítulo V con una serie de conclusiones y recomendaciones producto del análisis de los resultados.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**

### **1.1.Planeamiento del problema**

En los últimos tiempos el agua potable mantiene una relación con el saneamiento e higiene, éstos son términos que desde finales del 2019 se empezaron a evidenciar como asociados a la presencia de un nuevo virus en el mundo denominado Sars-Cov-2 que desencadena la enfermedad denominada Covid-19; en evidente y creciente propagación y motivo incluso por el cual la Organización Mundial de la Salud (OMS) inició la publicación de una serie de orientaciones técnicas relevantes sobre la prevención y control de infecciones; relevantes todos en temas de virus (incluidos los coronavirus); escritos para profesionales y proveedores de agua y saneamiento. La higiene de manos frecuente y correcta es una de las medidas más importantes para prevenir la infección por el SARS-CoV-2. (1) (2)

La OMS en el año 2015 determinó que, en el mundo de cada 3 personas 1 no tiene acceso a instalaciones de saneamiento básico; y que 663 millones de personas no pueden acceder a agua potable limpia y segura; y esta falta de saneamiento contribuye en la muerte de casi 700 mil niños por diarrea principalmente en países en vías de desarrollo. (3)

Por otro lado, el deseo de conseguir saneamiento adecuado a nivel mundial, no es de estos tiempos; estos esfuerzos datan desde los años 90 en que en un “Programa Conjunto de Monitoreo” entre la OMS y UNICEF producen estimaciones del progreso mundial de avance en logros; incluso el año 2008 fue declarado como el “Año Internacional del Saneamiento” por las Naciones Unidas, abordando las deficiencias para conseguir un mejor impacto en la salud pública, consiguiendo monitorear con el objetivo 6: Agua limpia y saneamiento (Objetivo de Desarrollo Sostenible del Milenio de la ONU) que mencionaba “reducir a la mitad, para el año 2015 la proporción de la población sin acceso sostenible al agua potable segura y saneamiento básico”. Con este objetivo se pretende garantizar la disponibilidad y

la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos; porque el acceso a agua, saneamiento e higiene es un derecho humano y, sin embargo, miles de millones de personas siguen enfrentándose a diario a enormes dificultades para acceder a los servicios más elementales. Aproximadamente 1.800 millones de personas en todo el mundo utilizan una fuente de agua potable que está contaminada por restos fecales. Unos 2.400 millones de personas carecen de acceso a servicios básicos de saneamiento, como retretes y letrinas. La escasez de agua afecta a más del 40% de la población mundial y este porcentaje podría aumentar. Más del 80% de las aguas residuales resultantes de la actividad humana se vierte en los ríos o en el mar sin ningún tratamiento, lo que provoca su contaminación. (4) (5) (6)

En Perú, el poder garantizar que la población tenga acceso a servicios de agua potable para su consumo a fin de contribuir con la salud pública, también es un tema en diferentes aspectos evidente, la participación multisectorial, la evolución y modificatorias de su propio marco normativo demuestra el esfuerzo a través del tiempo. La gestión de agua potable y saneamiento en nuestro país ha tenido significativos avances, sobre todo en el acceso a agua potable en las dos últimas décadas entre 1980 al 2004 se incrementó de 30% al 62%; incluso con avances en lo que corresponde a los procesos de desinfección del agua potable y tratamiento de aguas servidas, pero notándose aún muchos objetivos por alcanzar como cobertura de servicios, mejora de la calidad de prestación del servicio para mejorar la salud pública, deficiente sostenibilidad de los sistemas construidos, aspectos económicos, administrativos, políticos, institucionales, etc. Formando parte de esto, quién no recuerda al presidente Alan García cuando en setiembre del 2006 bajo una promesa ofreció “agua para todos” como un programa lleno de ideales incluso para los más pobres del Perú. Siendo evidente que en el último reporte del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) la población peruana consume agua con niveles adecuados e inadecuados de cloro residual, lo que motivó el desarrollo de la presente investigación. (7) (8)

La normatividad que garantiza la calidad del agua para consumo humano, corresponde a la promulgada por el MINSA en el año 2010 con el D.S. 031-2010, no obstante, a pesar de establecer las pautas para el control y vigilancia sanitaria que permitan la protección de la salud pública al acceder a agua como recurso fundamental para la salud, en el año 2014 se promulga la Directiva Sanitaria 058-MINSA/DIGESA-V.01 con los planes para garantizar el adecuado manejo de los ensayos a determinar para establecer la calidad del agua potable. Esta última norma era necesaria pues el decreto supremo 031-2010 sólo establecía los límites máximos y mínimos permisibles para cada variable a determinar; que en conjunto determinan la calidad de agua para consumo humano; teniendo como finalidad esta última contribuir al cumplimiento de los límites máximos permisible (LMP) de calidad de agua para consumo humano con el fin de proteger la salud de la población. Existe un delineamiento en todas las pruebas establecidas a fin de analizar en una matriz de riesgo por todas las organizaciones proveedoras de este servicio, SEDAPAL y DIGESA han establecido las responsabilidades para esto a las empresas prestadoras de servicios de saneamiento básicos, las cuales incluso tienen sus áreas territoriales de funcionamiento y sus sistemas de aprovisionamiento del servicio; para ello establecen programas de monitoreo de calidad de agua para consumo humano, siendo así que existen parámetros de control obligatorio (PCO) y los parámetros adicionales al control obligatorio (PACO). (9) (10)

En Perú, según la normatividad vigente para considerar de buena calidad un agua para consumo humano debe cumplir con los siguientes PCO: (10)

1. Coliformes totales,
2. Coliformes termotolerantes o fecales,
3. Color,
4. Turbiedad,

5. Residual de desinfectante (Cloro), y
6. pH

Adicionalmente, se incorporarán en los programas de monitoreo las denominadas pruebas PACO, que según los resultados anteriores es necesario establecer la idoneidad de la contaminación o afectación organoléptica, microbiológica, parasitológica, orgánicos, inorgánicos y radioactivos del agua para consumo humano, siendo específicamente los siguientes: (10)

1. Parámetros microbiológicos: virus y organismos de la vida libre, como algas, protozoarios, copépodos y rotíferos.
2. Parámetros parasitológicos: huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos y nematodos en todos sus estadios evolutivos.
3. Parámetros organolépticos: sólidos totales disueltos, amoníaco, cloruros, sulfatos, dureza total, hierro, manganeso, aluminio, cobre, sodio y zinc; conductividad.
4. Parámetros inorgánicos: plomo, arsénico, mercurio, cadmio, cromo total, antimonio, níquel, selenio, bario, flúor y cianuros, nitratos, boro, clorito, clorato, molibdeno y uranio.
5. Parámetros orgánicos: según D.S. 031-2010-SA (9)
6. Parámetros radioactivos: según D.S. 031-2010-SA (9)

Como se puede observar la gestión del suministro de este recurso trascendente para la vida humana, debe ser de calidad adecuada y de monitoreo continuo, razón por la que nos permitimos plantear el siguiente problema.

## **1.2. Formulación del problema**

Estableceremos la objetividad, orientándonos a través del planteamiento problemático según el establecimiento de PICO.

P	Agua potable o agua para consumo humano
I	PCO realizado según estrato distrital o provincial
C	Parámetros PCO estándar
O	Cumplimiento de los parámetros de Calidad del agua potable o agua para el consumo humano, según PCO

### 1.2.1. Problema general

1.2.2. ¿Tendrá el agua para consumo humano la calidad adecuada, establecida con la aplicación de la metodología de revisión sistemática y metaanálisis en tesis universitarias?

### 1.2.3. Problemas específicos

- ✓ ¿Existirá un instrumento que permita determinar los sesgos de los estudios sobre el agua para el consumo humano?
- ✓ ¿Existirán estudios sobre la calidad del agua para el consumo humano?
- ✓ ¿Cuál será el flujograma sistemático del trabajo de investigación realizado sobre la calidad del agua para el consumo humano?
- ✓ ¿Cómo será la calidad del agua para el consumo humano según los parámetros de control obligatorio aplicando el metaanálisis?

### **1.3.Objetivos de la investigación**

#### 1.3.1. Objetivo general

Determinar la calidad del agua para el consumo humano a través de la metodología de revisión sistemática y metaanálisis en tesis universitarias.

#### 1.3.2. Objetivos específicos

- ✓ Establecer un instrumento que permita determinar los sesgos de los estudios sobre el agua para el consumo humano.
- ✓ Identificar sistemáticamente estudios sobre la calidad del agua para el consumo humano.
- ✓ Establecer el flujograma sistemático del trabajo de investigación realizado sobre la calidad del agua para el consumo humano.
- ✓ Determinar la calidad del agua para el consumo humano según los parámetros de control obligatorio aplicando el metaanálisis.

### **1.4.Justificación de la investigación**

#### 1.4.1. Teórica

La presente investigación es realizada con la finalidad de aportar al conocimiento sobre el empleo de técnicas de investigación actuales como la revisión sistemática y el metaanálisis; que permiten obtener un resultado global según los estudios que reúnan una calidad adecuada de estudio; para este caso sobre agua potable en Lima metropolitana, la revisión exhaustiva de la evidencia que sobre el tema proveen las bases de datos, permitirá discernir incluso si existen sesgos (problemas o inconvenientes propios de la realización de estudios) en los estudios primarios que sobre evaluación de la calidad del agua potable se hayan realizado.

#### 1.4.2. Metodológica

La aplicación de la secuencia de técnicas a emplear en el presente estudio; permite la síntesis de información y resultados, otorgando incluso más robustez a este resultado o efecto global que cada estudio de manera independiente, permitiendo incluso la extrapolación de resultados con la respectiva inferencia estadística que reforzaría el mismo.

#### 1.4.3. Práctica

El establecer un instrumento dentro de las condiciones de la revisión sistemática, que permita la evaluación y determinación del nivel de calidad de los estudios, es un reto en cada área, así por ejemplo en medicina se tienen infinidad de estas herramientas (11) (12), que permiten evaluar diferentes tipos de estudios clínicos; categorizándolos adecuadamente y decidiendo si es robusto o no; siendo este incluso un motivo para orientar parte del tiempo estructurado de investigación a conseguir un instrumento adecuado; es necesario entonces que para este tipo de estudios tipo no clínico exista un instrumento para evaluar su calidad de contenido.

### **1.5.Limitaciones de la investigación**

Se han identificado las siguientes limitaciones:

- ✓ Los análisis de muestras de agua para consumo humano tienen su propia directiva y además deben ser evaluadas por los laboratorios de la misma DIGESA o de la RED aprobada para ello.
- ✓ Los parámetros abordados por los diferentes investigadores, es probable estén condicionados a aspectos económicos de realización y más aún por desconocimiento del flujo de análisis establecido por las autoridades responsables.
- ✓ Sólo se emplearán como unidades de análisis tesis de pregrado y postgrado que hayan realizado análisis de calidad de los diferentes parámetros de cumplimiento obligatorio en agua potable de consumo humano de Lima.

- ✓ La potencial presencia de “sesgos” de diferentes características y tipo dentro de los estudios seleccionados.
- ✓ El uso de las directrices para revisiones sistemáticas y síntesis de las evidencias en la gestión medioambiental de la Colaboración para la Evidencia Medioambiental (CEE), establece lineamientos para determinar si un estudio puede ser considerado como evidencia adecuada.
- ✓ Se prevee encontrar en los datos a extraer, diferentes definiciones.
- ✓ El flujo de suministro de agua, se conoce que, desde la planta de tratamiento del Agustino, se distribuye a todo Lima durante tramos de kilómetros de tuberías de diferente material, lo que además es dependiente del flujo de caudal del río Rímac y del tipo de turbidez que presente; siendo estas variables de tipo confusoras, que el estudio no tomará en cuenta por considerar el tiempo en que se mantienen, es decir desde 1956 de la creación de esta planta de tratamiento.
- ✓ Además del suministro por redes troncales, se contempla la provisión de agua potable de consumo humano del mismo origen, pero por diferentes medios (cisternas, pozos, cañerías comunes, etc.).
- ✓ La normatividad peruana de referencia específica sobre el trabajo D.S. 031-2010-SA “Reglamento de la Calidad de Agua para el Consumo Humano”, es de aplicación a partir del año 2010, así mismo a partir del año 2015 se implementó las directivas a seguir para determinar la calidad del agua para consumo humano, se menciona para la parte de aplicabilidad de revisión.
- ✓ Además, es posible que muchos estudios se encuentren en forma física en bibliotecas o repositorios de instituciones asignadas, por lo que el acceso dadas las circunstancias que atravesamos con Covid-19, sería imposible acceder.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1. Antecedentes nacionales**

Es necesario indicar, que estudios relacionados con la calidad del agua y la técnica metodológica y de análisis para conseguir nuestros objetivos no existen en forma directa, por lo que evidenciamos con estudios relevantes al tema la importancia del agua para consumo humano y la salud pública, empleando revisiones sistemáticas y metaanálisis; o como técnica misma en la toma de decisiones.

Chacmana E, Blas C., (2019) en su investigación tuvieron como objetivo “Evaluar los parámetros de control obligatorio del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado Río Seco – Cieneguilla”, usando un estudio descriptivo, transversal, no experimental y análisis microbiológico cuantitativo y físico, se compararon los valores de los parámetros con los valores que la normativa señala, de coliformes totales y *Escherichia coli*, y determinación de parámetros físicos (pH, cloro residual, turbiedad y color) con un complemento de la determinación del conocimiento por parte de los pobladores sobre las medidas sanitarias y de potabilización; obteniendo un 67,4 % de predios que no limpia su reservorio en forma continua, un 28,3 % que no purifica el agua que consume; obteniendo una mejora con una intervención de tipo educativa por parte de los tesisistas consiguiendo mejoras que indican que el 70,0 % purificará el agua y el 80,0 % limpiará sus reservorios en forma continua. Además, se obtuvo valores de presencia microbiológica siendo el 97,8% de las muestras presentaron resultados positivos para coliformes totales y 34,8 % para *Escherichia coli*; éstos fueron comparados con los parámetros permisibles según la normativa vigente para la calidad del agua de consumo humano; se concluye en este estudio, que el agua que consume la población contiene microorganismos totales y fecales lo cual

contempla que se tome las medidas sanitarias para mejorar dicha calidad y evitar sufrir infecciones gastrointestinales. (13)

Carmona K.(2017) realizó la “Determinación de plomo y la dureza cálcica en muestras de agua para consumo humano, de la zona de Caja de Agua del distrito de San Juan de Lurigancho en el 2017”, en un estudio de la Universidad Privada Norbert Wiener en la facultad de Farmacia para la obtención del título profesional, este estudio aplicó el método de la Espectrofotometría de Absorción Atómica con horno de grafito, encontrando que la concentración promedio de plomo en agua presenta 0,0046 mg Pb/L (IC: 0,001 - 0,019 mg Pb/L), además que el 19,0 % de las muestras analizadas superó el límite máximo permisible (0,010 mg Pb/L) establecido para el plomo en agua de consumo humano según la OMS y la normatividad peruana, además la dureza cálcica promedio presenta 370,86 mg CaCO<sub>3</sub>/L (IC: 104,25 - 1173,25 mg CaCO<sub>3</sub>/L) correspondiendo que el 28,57 % de muestras analizadas superaron el límite máximo permisible (500 mg CaCO<sub>3</sub>/L), establecido para la dureza cálcica en agua de consumo humano. (14)

Cisneros R.(2017), aplicando la normatividad nacional y con el objetivo de “Evaluar la calidad del agua para consumo humano en Comas (Lima), Quispicanchi (Cusco) y Coronel Portillo (Ucayali) durante el año 2017”, 48 muestras fueron recolectadas de Comas (Lima), 26 de Quispicanchi (Cusco) y 26 muestras de Coronel Portillo (Ucayali); se evaluaron parámetros microbiológicos y fisicoquímicos según el Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (Vol. 23, 2017), la identificación de parásitos se realizó mediante la técnica de sedimentación con centrífuga y la identificación de *Pseudomonas aeruginosa* se realizó mediante un método no normalizado. Entre los resultados que muestra este estudio se encuentra que los parámetros microbiológicos (coliformes, coliformes totales, *Escherichia coli* y bacterias heterótrofas) no superaron los

límites máximos permisibles en Comas, mientras que en Quispicanchi y Coronel Portillo si pasaron los límites, además se encontró la presencia de *Pseudomonas aeruginosa* en Comas, Quispicanchi y Coronel Portillo, esto indica una mala limpieza y desinfección del sistema de agua; por otro lado se encontró presencia de larvas de nematodos en Quispicanchi y Coronel Portillo; en cuanto al pH, turbiedad y color los valores o resultados obtenidos fueron aceptables en Comas, Quispicanchi y Coronel Portillo, sin embargo para el parámetro cloro libre sólo fue aceptable en Comas; todo esto hace concluir que el agua de consumo humano es apta en Comas para todos los parámetros, mas no en Quispicanchi ni Coronel Portillo principalmente en el parámetro microbiológico. Es probable que se deba al tipo de distribución de agua, pues en Comas se distribuye mediante redes de agua, a diferencia de Quispicanchi y Coronel Portillo que se abastecen de agua subterránea y superficial. (15)

Espitia N.(2019), en la escuela de postgrado de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, se trazó como objetivo “Analizar los parámetros fisicoquímicos: Arsénico, Cadmio, Conductividad, Dureza y Turbidez, y microbiológicos (Coliformes totales y termotolerantes) además de cloro libre residual en agua potable de la Urbanización la Estancia de Lurín”, con el fin de establecer si se hallan por fuera de los LMP de DIGESA y Colombia y a su vez establecer la correlación entre calidad de agua potable y el crecimiento de la planta acuática *Lemna minor*, por Absorción atómica para los dos metales, Coliformes se analizaron mediante método de tubos múltiples, se compararon resultados acorde a la norma peruana de DIGESA y de Colombia, estableciéndose resultados así: As y Cd no detectado, presenta alta Dureza y Conductividad, pero no supera los LMP de la norma DIGESA, y se halla por encima de los LMP establecidos por la norma de Colombia, al igual que el nivel de cloro residual está deficiente, y además se halló Coliformes totales en el 25% de las muestras. La Turbidez se halla dentro de límites permisibles de ambas normas. La correlación directa entre Calidad de agua y crecimiento diferencial poblacional de la planta acuática *Lemna*

*minor* fue positiva, pudiendo relacionar porcentaje de crecimiento con nivel de calidad de potabilización, por lo cual se puede utilizar como indicadora y alerta de su calidad, para las comunidades. (16)

Alarcón S. (2014), en su investigación tuvo como objetivo “Determinar la presencia de cobre y el nivel de pH en muestras de agua potable de tres distritos de Lima Metropolitana”. Con muestras de los distritos de Puente Piedra, San Martín de Porres y Miraflores se evaluó el nivel de cobre y de pH en 30 muestras de agua potable obtenidas del grifo de cada lugar analizado, con el fin de verificar si se encontraba dentro de los límites permisibles dados por el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano, la NTP (Norma Técnica Peruana) N°214.003 y por la OMS (Organización Mundial de Salud), se eligió al cobre por tratarse de un metal que tiene un escaso o nulo control sanitario en el agua de consumo humano, en este estudio se tomaron 30 muestras de agua potable de consumo humano de la siguiente manera: 10 muestras provenían del distrito de Puente Piedra, 10 muestras del distrito de San Martín de Porres y 10 muestras del distrito de Miraflores; se cuantificó por el método espectrofotométrico de absorción atómica de flama, y se midió el pH por el método potenciométrico; la concentración del ión cobre no fue detectable en las muestras de los tres distritos, lo que indica que no exceden la concentración máxima permisible dada por el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano (2 mg Cu/L), la Norma Técnica Peruana N°214.003 (1 mg Cu/L) y la Organización Mundial de la Salud (2 mg Cu/L) y el promedio aritmético de pH de las muestras provenientes de Puente Piedra fue de 7,730, el promedio aritmético de pH de las muestras provenientes de San Martín de Porres fue de 7,543 y el promedio aritmético de pH del total de muestras provenientes de Miraflores fue de 7,453; valores que están comprendidas en el rango de valor máximo recomendable dado por el Reglamento de la Calidad del agua para Consumo Humano (pH 6,5 – 8,5), y por la Norma Técnica Peruana 214.003 (pH 6,5 – 8,5). (17)

Carrión D. (2019), en una “Revisión sistemática de las tesis relacionadas con la determinación de metales pesados en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2008 – 2018”; usaron 28 estudios de investigación (tesis) relacionadas con la determinación de metales pesados (Hg, Pb, As y Cd), su objetivo fue realizar una revisión para lo que se establecieron distintos criterios de clasificación de las tesis tales como el año, muestreo o escuela académica, revisó los diseños de las tesis; de los 28 trabajos revisados, la mayor parte son de Farmacia y Bioquímica, del año 2014, el metal más analizado fue el plomo, la fuente más utilizada para la toma de muestra fueron el agua y los alimentos, así mismo, la mayor parte de las tesis no detallan un diseño de investigación, la metodología más utilizada es la espectrofotometría de absorción atómica por horno de grafito y finalmente, los resultados de la mayor parte de tesis concluyen que por lo menos uno de sus resultados promedio estuvo por encima de los valores permitidos según sus referencias. (18)

### 2.1.2. Antecedentes internacionales

Es necesario indicar, que estudios relacionados con la calidad del agua y la técnica metodológica y de análisis para conseguir nuestros objetivos no existen en forma directa, por lo que evidenciamos con estudios relevantes al tema la importancia del agua para consumo humano y la salud pública, empleando revisiones sistemáticas y metaanálisis; o como técnica misma en la toma de decisiones.

Se llevó a cabo una revisión sistemática de técnicas no convencionales de evaluación de la calidad del agua de ríos contaminados con plaguicidas. Específicamente, se examinaron estudios en los que se considera el estado ecológico y químico de las corrientes, mediante el análisis de múltiples parámetros en muestras de agua, sedimentos y agua inter-poro. La revisión permite inferir que posiblemente estas técnicas son adecuadas para valorar de manera confiable y con menor grado de subjetividad la complejidad de la contaminación de

las corrientes superficiales y revela oportunidades para adaptar las técnicas a los contextos locales. Los objetivos de la calidad ambiental del agua se definen teniendo en cuenta la capacidad de los cuerpos de agua de mantener sus procesos naturales de autodepuración, así como su capacidad para sustentar la fauna y la vegetación. Sin embargo, la contaminación química por plaguicidas de las aguas superficiales puede ser una amenaza para el ambiente acuático con efectos tales como toxicidad crónica o aguda de los organismos acuáticos, su acumulación en los ecosistemas, pérdidas de hábitats y biodiversidad, amenazas potenciales a la salud humana y a los procesos de autodepuración. La revisión sistemática de literatura asociada a técnicas “no convencionales” para la ECA de corrientes superficiales contaminadas con plaguicidas, comúnmente contemplan la recolección y análisis de muestras de agua, sedimento y/o agua-interporo, múltiples parámetros fisicoquímicos y biológicos, ensayos ecotoxicológicos (entre ellos diferentes tipos de bioensayos), la medición de la concentración química de diferentes plaguicidas, el cálculo de índices de calidad nuevos o novedosos y la inclusión de técnicas matemáticas robustas para el análisis de la multiplicidad de datos y de la subjetividad, imprecisión, incertidumbre y la variabilidad. Además, se revelan oportunidades para adaptar estas herramientas al contexto local, considerando en cada caso particular, límites de tiempo y costo, especialmente en lo relativo a frecuencia de muestreo, bioensayos y al análisis de parámetros químicos, fisicoquímicos y biológicos. Además, aunque no se encontraron vacíos en la literatura técnica, la revisión sugiere avances y tendencias de desarrollo en las técnicas de ECA en los últimos años. Al respecto, se resalta el uso del análisis de la subjetividad lingüística frente a la simple correlación de datos o al análisis cualitativo, a través de técnicas como la lógica difusa. Esto permitirá comunicar los resultados de manera más objetiva y posiblemente pueda contribuir a la gestión de los recursos hídricos a nivel local. Con base en la revisión se puede inferir

que posiblemente estas técnicas permiten valorar de manera confiable y con menor grado de subjetividad la complejidad de la contaminación de las corrientes superficiales. (19)

Durante las últimas décadas, una considerable atención científica ha sido puesta en la seguridad de los fluoruros, dada la amplia variedad de fuentes de ingestión a la que la población se encuentra expuesta y los riesgos a la salud de las personas que esto puede acarrear. El objetivo de esta investigación fue determinar si la fluoración del agua a concentraciones de 0,6 a 1 ppm se asocia a una mayor proporción de efectos adversos en la población general al compararlo con concentraciones subóptimas. Se realizó una revisión sistemática de la literatura en *MEDLINE*, *EMBASE*, *COCHRANE*, *SCIELO*, *LILACS*, *CRD*, *BBO*, *PAHO* y *WHOLIS*, limitada desde el 2002 al 2012. Se incluyeron estudios primarios y secundarios en español, inglés y portugués con al menos dos poblaciones comparadas, una con niveles óptimos de flúor en agua (0,6–1 ppm) y otra sin fluoración del agua (<0,3 ppm) o con niveles subóptimos (>0,3 < 0,6 ppm). Dos investigadores de forma independiente realizaron evaluación de la calidad de los artículos seleccionados y que cumplieron los criterios de inclusión. La búsqueda arrojó 1024 artículos de los cuales 24 cumplieron los criterios de inclusión y 10 fueron incluidos como evidencia. Con excepción de fluorosis dental, no hay asociación entre fluoración del agua con fracturas óseas, cáncer u otro efecto adverso. A pesar de la mayor prevalencia de fluorosis en zonas fluoradas, esta fue principalmente del tipo cuestionable a leve y la proporción de fluorosis con daño estético no difiere significativamente de la presente en zonas sin fluoración del agua. (20)

Una revisión sistemática con metaanálisis de la colaboración Cochrane, destaca lo importante que significa el monitoreo de la calidad de agua, toda vez que existe una asociación con esto al desarrollo de afecciones gastrointestinales en niños; las intervenciones de agua, saneamiento e higiene (WASH) que se implementan con frecuencia para reducir

las enfermedades infecciosas y pueden estar relacionadas con mejores resultados nutricionales en los niños. Se evaluó el efecto de las intervenciones para mejorar la calidad y el suministro de agua (cantidad adecuada para mantener las prácticas de higiene), proporcionar un saneamiento adecuado y promover el lavado de manos con jabón, sobre el estado nutricional de los niños menores de 18 años e identificar las brechas de investigación actuales. Para esto se realizaron búsquedas en diez bases de datos en inglés (incluidas MEDLINE y CENTRAL) y en tres bases de datos en chino para obtener estudios publicados en junio de 2012, así mismo se realizó búsquedas en bases de datos de literatura gris, actas de congresos y sitios web, revisamos listas de referencias y se estableció contacto con expertos y autores. Entre los criterios de selección, los estudios fueron tipo ensayos controlados aleatorizados (incluidos los grupos aleatorios), cuasialeatorizados y no aleatorizados, estudios de cohortes controlados o transversales y estudios históricamente controlados, que comparan las intervenciones WASH en niños menores de 18 años. Dos autores de la revisión buscaron y extrajeron de forma independiente datos sobre la antropometría infantil, las medidas bioquímicas del estado de los micronutrientes y el cumplimiento, la deserción y los costos, ya sea de informes publicados o mediante el contacto con los investigadores del estudio. Se calculó la diferencia de medias (DM) con intervalos de confianza (IC) del 95%. Se realizaron metanálisis a nivel de estudio y a nivel individual para estimar las medidas de efecto agrupadas solo para los ensayos controlados aleatorios. Entre los resultados principales se tiene que 14 estudios (5 ensayos controlados aleatorizados por conglomerados y 9 estudios no aleatorizados con grupos de comparación) de 10 países de ingresos bajos y medianos, incluidos 22.241 niños al inicio del estudio, y los datos de resultados nutricionales de 9.469 niños proporcionaron información relevante. La duración del estudio varió de 6 a 60 meses y todos los estudios incluyeron niños menores de cinco años en el momento de la intervención. Los estudios incluyeron intervenciones WASH

ya sea individualmente o en combinación. Se recopilaron medidas de antropometría infantil en los 14 estudios, y 9 estudios informaron al menos uno de los siguientes índices antropométricos: peso para la altura, peso para la edad o talla para la edad. Ninguno de los estudios incluidos fue de alta calidad metodológica ya que ninguno de los estudios ocultó la naturaleza de la intervención de los participantes. Las puntuaciones z de peso para la edad, peso para la altura y altura para la edad estuvieron disponibles para cinco ensayos controlados aleatorizados por grupos con una duración de entre 9 y 12 meses. El metanálisis que incluyó a 4627 niños no identificó pruebas de un efecto de las intervenciones WASH sobre la puntuación z del peso para la edad (DM 0,05; IC del 95%: -0,01 a 0,12). El metanálisis que incluyó a 4622 niños no identificó pruebas de un efecto de las intervenciones WASH sobre la puntuación z del peso para la altura (DM 0,02; IC del 95%: -0,07 a 0,11). El metanálisis que incluyó a 4627 niños identificó un efecto límite estadísticamente significativo de las intervenciones WASH sobre la puntuación z de la talla para la edad (DM 0,08; IC del 95%: 0,00 a 0,16). Estos hallazgos fueron respaldados por análisis de datos de participantes individuales que incluyeron información sobre 5.375 a 5.386 niños de cinco ensayos controlados aleatorizados por grupos. Ningún estudio informó eventos adversos. La adherencia a las intervenciones del estudio se informó sólo en dos estudios (ambos ensayos controlados aleatorios por grupos) y varió de baja (<35%) a alta (> 90%). La deserción del estudio se informó en siete estudios y varió del 4% al 16,5%. La evidencia disponible del metaanálisis de datos de ensayos controlados aleatorios por conglomerados con un período de intervención de 9 a 12 meses sugiere un pequeño beneficio de las intervenciones WASH (específicamente desinfección solar del agua, suministro de jabón y mejora de la calidad del agua) sobre el crecimiento de la longitud en niños menores de cinco años. La duración de los estudios de intervención fue relativamente corta y ninguno de los estudios incluidos es de alta calidad metodológica. Muy pocos estudios proporcionaron información sobre la

adherencia a la intervención, la deserción y los costos. Hay varios ensayos en curso en entornos de países de bajos ingresos que pueden proporcionar evidencia sólida para informar estos hallazgos. (21)

De la base de datos de la colaboración Cochrane, se extrae un estudio de revisión sistemática con metaanálisis, en el que así mismo destacan la acción preventiva de mantener el agua para consumo humano en óptimas condiciones de calidad a fin de reducir enfermedades gastrointestinales; la diarrea es una de las principales causas de muerte y enfermedad, especialmente entre los niños pequeños de los países de bajos ingresos. En estos entornos, muchos agentes infecciosos asociados con la diarrea se propagan a través del agua contaminada con heces. En entornos remotos y de bajos ingresos, la mejora de la calidad del agua basada en fuentes incluye proporcionar agua subterránea protegida (manantiales, pozos y perforaciones) o agua de lluvia recolectada como alternativa a las fuentes superficiales (ríos y lagos). Las intervenciones de mejora de la calidad del agua en el lugar de uso incluyen la ebullición, la cloración, la floculación, la filtración o la desinfección solar, que se realizan principalmente en el hogar. El estudio trazó como objetivos evaluar la efectividad de las intervenciones para mejorar la calidad del agua para prevenir la diarrea. Se utilizó una estrategia de búsqueda en que se registraron las bases de datos como CENTRAL, MEDLINE, EMBASE y LILACS. También se realizaron búsquedas manuales en actas de congresos relevantes, se estableció contacto con investigadores y organizaciones que trabajan en el campo y se verificaron las referencias de los estudios identificados. Entre los tipos de estudios se eligieron ensayos controlados aleatorizados (ECA), cuasialeatorizados y estudios controlados del tipo antes y después (ACB) que comparan intervenciones destinadas a mejorar la calidad microbiológica del agua potable con ninguna intervención en niños y adultos. Dos autores de la revisión evaluaron de forma independiente la calidad de los ensayos y extrajeron los datos. Se utilizaron metaanálisis para estimar las medidas de

efecto agrupadas, cuando fue apropiado, y se investigaron las posibles fuentes de heterogeneidad mediante análisis de subgrupos. La calidad de las pruebas se evaluó mediante el enfoque GRADE; 45 ECA grupales, 2 ensayos controlados cuasialeatorizados y 8 estudios CBA, con más de 84 000 participantes, cumplieron los criterios de inclusión. La mayoría de los estudios incluidos se realizaron en países de ingresos bajos o medianos (PIBM) (50 estudios) con fuentes de agua no mejoradas (30 estudios) y saneamiento no mejorado o poco claro (34 estudios). El resultado primario en la mayoría de los estudios fue la diarrea autoinformada, que tiene un alto riesgo de sesgo debido a la falta de cegamiento en más del 80% de los estudios incluidos. Actualmente, no hay evidencia suficiente para saber si las mejoras basadas en fuentes como pozos protegidos, grifos comunales o la cloración / filtración de fuentes comunitarias reducen consistentemente la diarrea (un ECA grupal, cinco estudios CBA, evidencia de muy baja calidad). No encontramos estudios que evalúen el suministro de agua por tubería confiable a los hogares. En promedio, la distribución de productos de desinfección del agua para su uso en el hogar puede reducir la diarrea en aproximadamente una cuarta parte (Productos de cloración domiciliaria: CR 0,77; IC del 95%: 0,65 a 0,91; 14 ensayos, 30746 participantes, evidencia de baja calidad; sobres de floculación y desinfección: CR 0,69; IC del 95%: 0,58 a 0,82; cuatro ensayos, 11788 participantes, pruebas de calidad moderada). Sin embargo, hubo una heterogeneidad sustancial en el tamaño de las estimaciones del efecto entre los estudios individuales. Los sistemas de filtración en el lugar de uso probablemente reducen la diarrea alrededor de la mitad (CR 0,48; IC del 95%: 0,38 a 0,59; 18 ensayos, 15 582 participantes, evidencia de calidad moderada). Se demostraron importantes reducciones en los episodios de diarrea con filtros cerámicos, sistemas de bioarena y filtros LifeStraw®; (Cerámica: CR 0,39; IC del 95%: 0,28 a 0,53; ocho ensayos, 5763 participantes, evidencia de calidad moderada; Bioarena: CR 0,47; IC del 95%: 0,39 a 0,57; 4 ensayos, 5504 participantes, evidencia de

calidad moderada; LifeStraw®: CR 0,69, IC del 95%: 0,51 a 0,93; 3 ensayos, 3259 participantes, pruebas de baja calidad). Los filtros instalados sólo se han evaluado en entornos de ingresos altos (RR 0,81; IC del 95%: 0,71 a 0,94; 3 ensayos, 1056 participantes, modelo de efectos fijos). En entornos de bajos ingresos, la desinfección solar del agua (SODIS) mediante la distribución de botellas de plástico con instrucciones de dejar las botellas llenas a la luz solar directa durante al menos seis horas antes de beber probablemente reduce la diarrea en alrededor de un tercio (RR 0,62; IC del 95%: 0,42 a 0,94; cuatro ensayos, 3460 participantes, evidencia de calidad moderada). Las intervenciones que abordan la contaminación microbiana del agua en el punto de uso pueden ser importantes medidas provisionales para mejorar la calidad del agua potable hasta que se pueda llegar a los hogares con conexiones de agua seguras, confiables y por tuberías. Las estimaciones promedio del efecto para cada intervención individual en el punto de uso generalmente muestran efectos importantes. Las comparaciones entre estas estimaciones no proporcionan evidencia de la superioridad de una intervención sobre otra, ya que tales comparaciones se ven confundidas por el entorno, el diseño y la población del estudio. Más estudios que evalúen los efectos de las conexiones domiciliarias y la cloración en el punto de entrega ayudarán a mejorar nuestra base de conocimientos. Como la evidencia sugiere que la efectividad mejora con la adherencia, los estudios que evalúen enfoques programáticos para optimizar la cobertura y la utilización a largo plazo de estas intervenciones entre poblaciones vulnerables también podrían ayudar a las estrategias para mejorar los resultados de salud. (22)

En una revisión sistemática y metaanálisis para comentar, analizar y categorizar de manera descriptiva las líneas de generación y aplicación del conocimiento (LGAC) de diversos productos de investigación científica relacionados con la integración de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) al proceso educativo en México. Los objetivos específicos consisten en identificar la población a la que se orientan las investigaciones;

comparar los tipos de población con mayor y menor número de investigaciones; comparar las LGAC que cuentan con más y menos estudios; y reconocer líneas emergentes de investigación. La metodología consideró criterios de inclusión para seleccionar repositorios y tipos de documentos a analizar (se eligieron 470 documentos); también se precisaron las LGAC sobre las cuales realizamos el análisis. Entre los resultados, encontraron que los niveles educativos con mayor y menor número de investigaciones son la educación superior y el preescolar, respectivamente. Los principales vacíos de conocimiento se localizaron en áreas de gestión y calidad de programas educativos y de políticas educativas en relación con las TIC. Las líneas emergentes de investigación estuvieron vinculadas a la educación de adultos tardíos, población indígena y estudiantes con necesidades educativas especiales. (23)

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Agua para consumo humano**

El agua es uno de los bienes más importantes y escasos que tienen las personas alrededor del mundo, nuestro país no es una excepción; muchas de nuestras poblaciones se ven obligados a beber de fuentes cuya calidad deja mucho que desear y produce un sin fin de enfermedades a niños y adultos. El acceso al agua potable es una necesidad primaria y por lo tanto un derecho humano fundamental, el Reglamento de los requisitos Oficiales Físicos, Químicos y Bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables, en el año 2000, la Dirección General de Salud Ambiental, asume la tarea de elaborar el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano”, tarea que el 26 de setiembre del 2010, a través del D.S. N°031-2010-SA, se vio culminada. Agua potable apta para el consumo humano, se le denomina a aquella que puede ser consumida sin restricción para beber o preparar alimentos. (9)

El acceso al agua potable es fundamental para la salud, un derecho humano básico, componente de políticas de protección en salud; su importancia queda reflejada en los documentos finales de diversos foros internacionales sobre políticas; las conferencias relativas a la salud, como la Conferencia Internacional en Atención Primaria de Salud que tuvo lugar en Alma Ata, Kazajstán (ex Unión Soviética) en 1978, así como los Objetivos de Desarrollo del Milenio, aprobados por la Asamblea General de las Naciones Unidas (ONU) en 2000 y el documento final de la Cumbre Mundial sobre el Desarrollo Sostenible, realizada en Johannesburgo en 2002, se declaró el período de 2005 a 2015 como el Decenio Internacional para la Acción “El agua, fuente de vida”. (2)

Por eso, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible reconoce el agua potable, el saneamiento efectivo y la higiene adecuada tanto como un fin en sí mismo como factores que impulsan el progreso de muchos de los ODS, entre ellos los que se refieren a la salud, la nutrición, la educación y la igualdad de género. Para lograr estos objetivos, necesitamos comprender mejor los progresos que hemos alcanzado y establecer un enfoque estratégico para hacer frente a los desafíos que tenemos por delante en nuestro esfuerzo compartido por llegar a cada comunidad, cada familia y cada niño. La OMS y UNICEF establecieron en 1990 el Programa Conjunto de Monitoreo del Abastecimiento del Agua, el Saneamiento y la Higiene y publicaron actualizaciones periódicas a nivel mundial durante el período de los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Este informe es la primera actualización durante el período de los ODS. Se trata, con mucho, de la evaluación mundial más completa sobre el agua potable, el saneamiento y la higiene realizada hasta la fecha e incluye una gran cantidad de nueva información sobre los tipos de instalaciones que las personas usan y el nivel de servicio que reciben. Los datos indican que desde 2000 hemos llegado lejos. Las tasas de defecación al aire libre se han reducido y miles de millones de personas han obtenido acceso a servicios básicos de agua y saneamiento, lo que se traduce en un mayor número de niños

que crecen libres de enfermedades y tienen por delante una vida mejor y un futuro más brillante. A pesar de estos éxitos, el progreso ha sido desigual en ambas esferas, con grandes disparidades entre los países y dentro de ellos. (3)

Se debe tener en cuenta que, según normatividad de base, D.S. 031-2010-SA que establece los límites aceptables de características físicas, químicas y biológicas de aceptación para garantizar que el agua pueda ser consumida por nuestra población, estos datos “normales y aceptables” se encuentran en los anexos de la citada normatividad, de los cuales transcribimos el anexo I y II:

Tabla 1: Anexo I - Límites Máximos Permisibles de Parámetros Microbiológicos y Parasitológicos

N°	Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1	Bacterias coliformes totales	UFC/100 mL 35°C	0(*)
2	E. coli	UFC/100 mL 44,5°C	0(*)
3	Bacterias coliformes termotolerantes o fecales	UFC/100 mL 44,5°C	0(*)
4	Bacterias heterotróficas	UFC/mL 35°C	500
5	Huevos y larvas de helmintos, quistes y ooquistes de protozoarios patógenos	N° org./L	0
6	Virus	UFC/mL	0
7	Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nematodos en todos sus estadios evolutivos	N° org./L	0

UFC = Unidad formadora de colonias

(\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Tabla 2: Anexo II - Límites Máximos permisibles de Parámetros químicos y caracteres organolépticos

N.º	Parámetro	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1	Olor	---	Aceptable
2	Sabor	---	Aceptable
3	Color	UCV escala Pt/Co	15
4	Turbiedad	UNT	5
5	pH	Valor de pH	6,5 – 8,5
6	Conductividad (25°C)	µmho/cm	1 500
7	Sólidos totales disueltos	mg/L	1 000
8	Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> / mL	250
9	Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> / mL	250
10	Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> / mL	500
11	Amoniaco	mg N / mL	1,5

12	Hierro	mg Fe / mL	0,3
13	Manganeso	mg Mn / mL	0,4
14	Aluminio	mg Al / mL	0,2
15	Cobre	mg Cu / mL	2,0
16	Zinc	mg Zn / mL	3,0
17	Sodio	mg Na / mL	200,0

UCV = Unidad de color verdadero

UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

Así mismo se contemplan anexo III: Límites Máximos Permisibles de parámetros químicos inorgánicos y orgánicos, anexo IV: Límites Máximos Permisibles de parámetros radioactivos; específicamente de tenores contaminantes y de impacto en la salud humana y por ende en la salud pública peruana.

### 2.2.2. Revisión sistemática

Las revisiones de la literatura han sido una modalidad de trabajo científico ampliamente desarrollada en las áreas de la salud, aunque con más frecuencia se usan las revisiones de tipo narrativo, que presentan muchas limitaciones, entre las que se destaca la arbitrariedad en la elección de los estudios primarios y, por consiguiente, el sesgo en la selección, lo cual puede alterar las conclusiones expuestas en este tipo de textos; algunos ejemplos incluyen estados del arte, estudios monográficos, entre otros. Debido a estas limitaciones, se ha fomentado la formulación y ejecución de algunas modalidades de investigación basadas en fuentes secundarias, llamadas “estudios secundarios” o “investigación teórica”. Éstas deben su auge al incremento en el número de publicaciones científicas y la consecuente necesidad de sintetizar los resultados alcanzados en relación con un tema determinado. Además, las características mismas de las investigaciones científicas dan cuenta de fenómenos particulares que dependen, a su vez, de características muy específicas de las poblaciones estudiadas, pero en pocas ocasiones logran dar respuestas que impacten de forma directa los fenómenos evaluados, obteniéndose en la mayoría de las ocasiones resultados contradictorios e inconexos entre poblaciones diferentes pero afectadas por el mismo evento. Frente a esta situación las revisiones sistemáticas de la literatura representan una oportunidad

de investigar fenómenos de forma más amplia, a partir de estudios previos parcelados, bajo la guía del método científico de manera que se garantice la calidad de las interpretaciones de los nuevos datos que emergen de las lecturas secundarias de los estudios ya existentes. Uno de los campos de aplicación en los que se reconoce este tipo de investigación es en la denominada medicina basada en la evidencia (MBE). Incorpora en la medicina un modelo de pensamiento según el cual las incertidumbres en la práctica clínica se abordan a través de preguntas de investigación que se resuelven en un proceso sistemático que incluye la localización, la recuperación y la utilización de los hallazgos de las publicaciones científicas más recientes sobre el tema de interés. Teniendo en cuenta que buena parte de la literatura científica contiene resultados claramente cuestionables o, en otras palabras, son estudios con alto riesgo de sesgos, la MBE crea un sistema de gradación de la literatura científica con base en el peso que ella tendría para hacer recomendaciones en favor o en contra de incluir ciertas intervenciones en la práctica clínica. (24)

La metodología Revisión Sistemática (RS) y Síntesis de Evidencia es actualmente de uso extendido en sectores de la sociedad donde la ciencia puede ayudar a la toma de decisiones y se ha transformado en un estándar reconocido para el acceso, evaluación y síntesis de información científica. La necesidad de rigor, objetividad y transparencia para alcanzar conclusiones a partir de la información científica es evidente en muchas áreas de la política y la praxis, desde la medicina clínica a la justicia social. Nuestro medio ambiente y la manera en que lo manejamos no son una excepción y hay muchos problemas urgentes para los cuales necesitamos una fuente fiable de evidencia en la que basar nuestras acciones. Muchas de estas acciones serán controvertidas y/o caras y es vital que se apoyen en la mejor evidencia disponible y no simplemente en las aseveraciones o creencias de algunos grupos de interés. Para que la metodología RS sea creíble y confiable, hay que establecer estándares y ratificarlos. Las directrices para las RS de la Colaboración para la evidencia medioambiental

(CEE) han sido adaptadas a partir de metodologías desarrolladas y establecidas durante más de dos décadas en el sector de servicios de la salud y también en otros sectores como las ciencias sociales y la educación. Aunque los valores básicos de la RS permanecen inalterados, las metodologías medioambientales son a menudo diferentes en naturaleza y aplicación de las de otros campos y esto se ve reflejado en las directrices. A primera vista, muchas de las recomendaciones parecen ser de rutina y sentido común, pero el rigor y la objetividad aplicada en las fases claves, y la subyacente filosofía de transparencia e independencia, las distingue de la mayoría de las revisiones tradicionales publicadas recientemente en el campo de la ecología aplicada. Las RS están siendo encargadas por un amplio rango de organizaciones en el sector medioambiental, y la necesidad de directrices comunes y desarrollo cooperativo de la metodología es crítico. Argumentamos que, una vez esté más ampliamente establecida, la metodología RS mejorará sustancialmente la identificación y adquisición de evidencia para informar la praxis y la política en gestión medioambiental. (25)

**Principios de la lectura crítica:** las revistas científicas utilizan diversos formatos de evaluación para sus artículos, que intentan tener en cuenta aspectos que van a evaluar su relevancia, para lo cual se tiene presentes seis elementos:

- ✓ Calidad o nivel académico
- ✓ Originalidad
- ✓ Aporte al conocimiento
- ✓ Claridad en la presentación y redacción de ideas
- ✓ Pertinencia y dominio de bibliografía
- ✓ Interés y actualidad del tema

Los formatos de evaluación de las revistas científicas evalúan los artículos a través de algunos criterios, por lo cual requieren una lectura crítica. Por esta razón, alrededor del mundo se ha optado por enfocarse más hacia dar lineamientos generales a los estudiantes sobre los elementos que deben tener en cuenta para la lectura crítica de un artículo, con la esperanza de que algún día sus conocimientos les permitan evaluar y no sólo leer de manera crítica. (26)

### **Importancia del pensamiento crítico**

Un enfoque predominante en la educación es fomentar el desarrollo de los alumnos, llevarlos a un nuevo nivel de desarrollo. El desarrollo del "pensamiento crítico" ha sido un objetivo de la educación superior durante muchos años. Sin embargo, la evidencia sugiere que no sucede necesariamente en todas partes. De esta manera, el "pensamiento crítico" puede ser un concepto confuso, a veces, parece ser utilizado de manera involuntaria en lugar de otro dominio del pensamiento, como el razonamiento clínico o el problema. Por otro lado, los resultados educativos recientes de la farmacia introdujeron "hábitos mentales" en la educación farmacéutica. El modelo Dimensiones de aprendizaje para la cognición sugiere que el pensamiento crítico es un hábito mental, mientras que la resolución compleja de problemas y el razonamiento clínico reflejan un pensamiento complejo que utiliza hábitos mentales fundamentales. (26) (27)

La educación y la asistencia sanitaria tienen intereses superpuestos, tanto los médicos, maestros, investigadores, pacientes, estudiantes y público en general pueden beneficiarse al trabajar juntos para ayudar a las personas a pensar críticamente sobre las elecciones que toman, la cual puede ayudar a unir a las personas y aprovechar la experiencia actual. (27)



Figura 1: Pirámide de niveles de evidencia científica

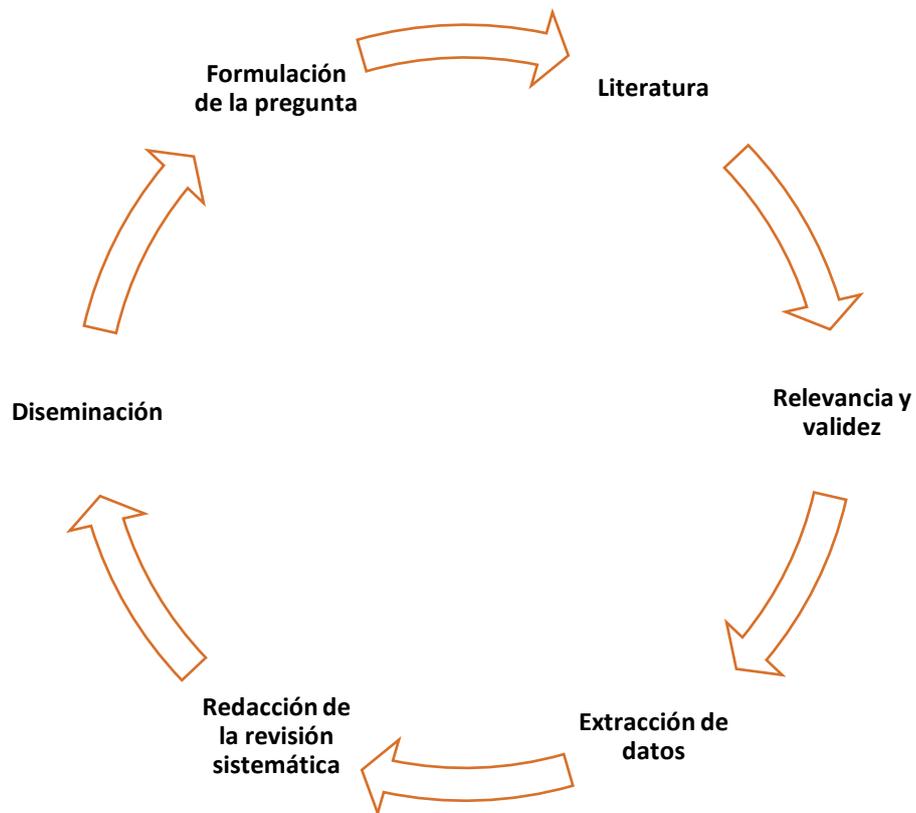


Figura 2: Pasos de una Revisión Sistemática

### 2.2.3. Metaanálisis

Se define el Metaanálisis como un conjunto de técnicas que permiten la revisión y combinación de resultados de distintos estudios previos para contestar una misma pregunta científica. Tradicionalmente, estas técnicas empezaron a utilizarse en ciencias sociales y en agricultura durante los años treinta y cincuenta. Cochran, en 1937, combina resultados de experimentos en agricultura y en 1954 publica un artículo referencia en variables cuantitativas. Posteriormente se introdujeron en la combinación de ensayos clínicos, fundamentalmente para evaluar la eficacia de tratamientos. Más tarde su empleo se ha generalizado en su aplicación en estudios observacionales siendo muchas veces el objetivo la mejora de políticas y tecnologías sanitarias. El fin último del Metaanálisis es la combinación de diferentes estudios, siendo una auténtica alquimia estadística. (28)

Los primeros ejemplos de metaanálisis fueron revisiones en los ámbitos de la educación y la psicología. Concretamente, Glass (1976) ilustró su propuesta inicial con sendas síntesis de resultados, aún muy rudimentarias, sobre la eficacia de la psicoterapia (posteriormente publicada: Smith y Glass, 1977) y sobre la relación entre el estatus socioeconómico y el rendimiento académico (resultados de una tesis doctoral presentada ese mismo año). Glass hizo dos aportaciones principales: el propio nombre de la metodología y la propuesta de emplear índices de tamaño del efecto (TE) para traducir los resultados de todos los estudios a una métrica común. Por el contrario, sus métodos estadísticos aún no eran los apropiados. Hubo que esperar hasta la publicación del libro de Hedges y Olkin (1985) para contar con modelos estadísticos adecuados para el escenario meta-analítico. El artículo seminal de Glass es ya uno de los artículos metodológicos más citados (4.948 citas según google académico; acceso el 1-1-2017). Cuarenta años después de su nacimiento el MA es una metodología utilizada en todas las disciplinas en las que se emplea el análisis estadístico, aunque seguramente es en medicina donde se han dedicado más esfuerzos y recursos a su

desarrollo y refinamiento. El propio Glass ha proporcionado una valoración aprovechando el aniversario. (29)

En muchas investigaciones primarias el objetivo es responder a la pregunta de si dos variables están relacionadas o no. La significación estadística de las diferencias de medias o de una correlación son ejemplos de herramientas estadísticas adecuadas para responder a esta pregunta. Para ello se aprovecha la información contenida en los datos recogidos en esa investigación. El metaanálisis se puede emplear para responder a esa misma pregunta, pero la información que se analiza está contenida en un conjunto de estudios primarios en lugar de estar contenida en uno solo y se utiliza para proporcionar una estimación combinada del TE. La estimación se suele expresar mediante un intervalo de confianza. Que dicho intervalo incluya el valor que refleja la ausencia de efecto (ya sea 0 para diferencias de medias o de correlaciones, o 1 para razones de ventajas o riesgos relativos) permite responder a la pregunta. La estimación combinada no será una simple media aritmética, sino una combinación ponderada. De esta forma los estudios realizados con muestras más grandes tienen mayor peso en la estimación combinada que los estudios realizados con muestras pequeñas. (28) (29)

No existe un enfoque único y correcto para realizar un metaanálisis. Sin embargo, separar el análisis metodológico total en una serie de pasos fomenta un enfoque riguroso y un marco organizativo para llevarse a cabo. En un metaanálisis se pueden identificar dos fases bien diferenciadas y distintas:

**1. Recolección de información relevante:** se realizan a partir de los miles de artículos disponibles directa o indirectamente las cuales están relacionados con el objetivo del estudio, hay que identificar el grupo de trabajos relevantes y fiables que aporten evidencia en relación

a los objetivos del estudio. Un número adecuado y manejable de trabajos podría estar entre tres y treinta.

**2. Combinación de información disponible:** se realizan análisis estadísticos a partir de la información seleccionada. Estos análisis permiten la combinación de resultados y generalmente presentan una medida de efecto global, su intervalo de confianza y la significación estadística. Estas técnicas ayudan a la toma de decisiones de manera similar a las técnicas estadísticas inferenciales. (28)

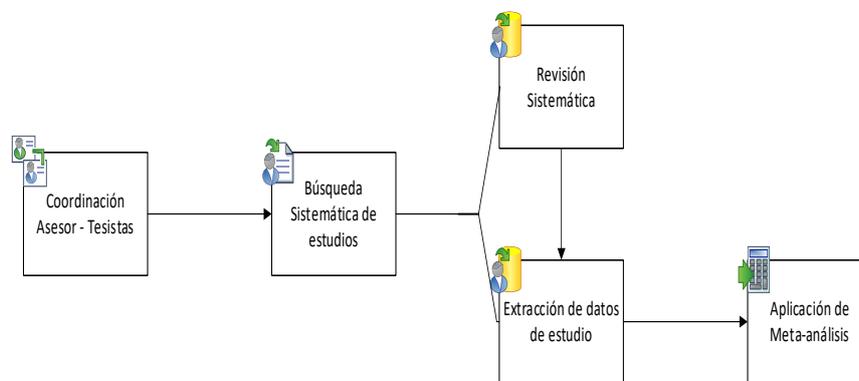


Figura 3: Secuencia de trabajo (fuente: elaboración propia)

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 3.1. Método de investigación

Se realizó una revisión sistemática y posteriormente metaanálisis convencional y de datos individuales con los estudios seleccionados según los requisitos metodológicos establecidos, de acuerdo a las siguientes etapas: Identificación de estudios, verificación de la calidad, recopilación de datos, análisis de heterogeneidad, combinación de efectos, conclusiones.

Aguilera E., (2014), en una carta al director de la Revista de la sociedad española del dolor, muestra su experiencia en la evaluación y revisión en una gran cantidad de tesis u otros, manifestando que al parecer los alumnos de pre-grado y sus docentes reflejan una confusión

entre lo que es revisión sistemática, revisión narrativa y metaanálisis, por lo que plantea de una manera sencilla sus definiciones. (30)

Las revisiones narrativas (RN) son revisiones un tanto exhaustivas realizadas por expertos en un tema, no se declaran los métodos usados para obtener y seleccionar la información; por lo que se usan para responder preguntas básicas (aspectos generales) de una determinada condición. Utilizan libros, enciclopedias, y otros, su ubicación en la pirámide de evidencia es en la base (menor calidad) por tanto están expuestas a sesgos principalmente por su subjetividad y nula metodología. (31)

Revisión sistemática (RS) es una investigación que recopila y proporciona un resumen sobre un tema específico (dirigido a responder una pregunta de investigación), se realiza siguiendo un diseño estructurado, su unidad de estudio son estudios realizados que se encuentran en bases de datos electrónicas, literatura gris, actas de congresos, etc. Éstas pueden ser cualitativas o cuantitativas (meta-análisis); las cualitativas presentan la evidencia de forma descriptiva y sin análisis estadístico, mientras que las cuantitativas presentan la evidencia descriptivamente y analíticamente con el uso de técnicas estadísticas para combinar numéricamente los resultados de los diferentes estudios frente a un estimador puntual. (32)

### **3.2. Enfoque investigativo**

- ✓ Cualitativo
- ✓ Cuantitativo

### **3.3. Tipo de investigación**

- ✓ Aplicada

### **3.4. Diseño de la investigación**

- ✓ Transversal

### **3.5. Población, muestra y muestreo**

#### 3.5.1. Población

La población de estudio estará constituida por todas las tesis universitarias que existen en los repositorios académicos de ALICIA (CONCYTEC), SUNEDU-RENATI, Repositorios bibliográficos de las diferentes universidades del país, así como también estudios de naturaleza analítica que se encuentren en bases de datos bibliográficas como LILACS, Revista Peruana de Medicina experimental y de Salud pública.

#### 3.5.2. Muestra

El tipo de estudio planteado, no referencia muestra o tamaño muestral para su ejecución; razón por la que se prevee buscar, revisar, incluir y analizar todas las tesis universitarias que sobre calidad de agua para el consumo humano en sus diferentes aspectos se hayan realizado según norma a partir de la vigencia del D.S. 031-2010-SA.

- ✓ Para Valentine J. (2010): el número mínimo de estudios primarios para poder concluir adecuadamente con la aplicación de la técnica estadística de meta-análisis es de dos (02) estudios. (33)
- ✓ Por otro lado, la colaboración Cochrane a través de sus diferentes aportes, establece que la mediana de estudios de sus formatos de revisiones sistemáticas y meta-análisis es de 10. (34)

#### 3.5.3. Criterios de elegibilidad

##### 3.5.3.1. Criterios de Inclusión

- ✓ Tesis de pregrado y postgrado de universidades peruanas sobre calidad del agua potable para consumo humano en Lima (publicadas o no publicadas).

- ✓ Tesis de pregrado y postgrado de universidades peruanas sobre calidad del agua potable para consumo humano en Lima, encontradas en repositorios académicos de las mismas universidades.
- ✓ Estudios publicados en bases de datos bibliográficas como LILACS, OPS, repositorios institucionales dentro de los periodos de aplicación de la vigencia normativa sobre agua para consumo humano.

#### 3.5.3.2. Criterios de Exclusión

- ✓ Tesis universitarias sobre calidad de agua potable para consumo humano de otros países.

### **3.6. Variables y Operacionalización**

#### 3.6.1. Variables para el enfoque cualitativo

Esta parte corresponde al análisis crítico para determinar la calidad de la evidencia científica de los estudios que cumplen los criterios de inclusión de la muestra.

- ✓ Problema planteado
- ✓ Objetivos
- ✓ Justificación
- ✓ Diseño de estudio
- ✓ Muestra / origen (fuente) / número / significancia estadística
- ✓ Criterios de inclusión
- ✓ Instrumento de recolección de datos
- ✓ Autorizaciones / conocimiento de ejecución de estudio (comité de ética solo si aplica)
- ✓ Pruebas estadísticas realizadas en los estudios

#### 3.6.2. Variables para el enfoque cuantitativo

- ✓ Metaanálisis

### 3.6.3. Operacionalización de las variables

Variables	Definición Operacional	Categoría	Indicadores	Criterio de medición de las categorías	Escala de medición
<p>Dimensión - Calidad de Tesis:            Parte que corresponde a la "Lectura Crítica" de las tesis producidas en los niveles académicos universitarios, de acuerdo a lista de verificación.            (systematic review): síntesis de los resultados de varios estudios primarios mediante técnicas que limitan los sesgos y el error aleatorio.            Estas técnicas incluyen la búsqueda de todos los estudios potencialmente relevantes y el uso de criterios explícitos y fiables en la selección de las investigaciones.            La revisión sistemática cualitativa resume las investigaciones primarias u originales sin combinación estadística (metanálisis cualitativo). La revisión sistemática cuantitativa es sinónimo de metanálisis.</p>					
Problema planteado	Independientemente de su naturaleza, un problema es todo aquello que amerita ser resuelto. Si no hay necesidad de encontrar una solución, entonces no existe tal problema, se basa en la elaboración de una pregunta o interrogación acerca del hecho observado.	Si No	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Nominal
Objetivos	Objetivo de investigación es un enunciado que expresa lo que se desea indagar y conocer para responder a un problema planteado. Describe la realidad tal como es, descartando deseos y emociones.	Si No	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Nominal
Justificación	Los datos obtenidos son procesados para así determinar cuáles confirman la hipótesis.	Si No	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Nominal
Diseño de estudio	El diseño de investigación es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental.	Si No	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Nominal
Muestra	Variable es una característica o cualidad; magnitud o cantidad, que puede sufrir cambios, y que es objeto de análisis, medición, manipulación o control en una investigación.	Si No	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Nominal

<b>Variables</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Categoría</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Criterio de medición de las categorías</b>	<b>Escala de medición</b>
Criterios de inclusión	La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.	Si No	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Nominal
Instrumentos de recolección de datos	Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información. Se entenderá por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información.	Si No	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Nominal
Viabilidad del estudio	Se define el conocimiento como un proceso en el cual se relacionan el sujeto que conoce, que percibe mediante sus sentidos, y el objeto conocido o percibido.	Si No	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Nominal
Análisis tercerizados (realizados por expertos)	Se define el conocimiento como un proceso en el cual se relacionan el sujeto que conoce, que percibe mediante sus sentidos, y el objeto conocido o percibido.	Si No	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Nominal
Comunicación de resultados a la autoridad respectiva	Se define el conocimiento como un proceso en el cual se relacionan el sujeto que conoce, que percibe mediante sus sentidos, y el objeto conocido o percibido.	Si No	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Según Lectura y análisis crítico: - Cumple - No cumple	Nominal
Dimensión - Análisis de Resultados:					

Variables	Definición Operacional	Categoría	Indicadores	Criterio de medición de las categorías	Escala de medición
Parte que corresponde a la etapa meta-análisis (meta-analysis, overview): el prefijo meta (del griego meta) significa «después de». Se puede definir como la sistemática identificación, valoración, síntesis y, si es pertinente, la agregación estadística de todos los estudios sobre el mismo tema, siguiendo un método explícito y predeterminado					
Prueba estadística empleada en el estudio		Estadísticos	Media Mediana Desviación estándar	Ordinal	Cuantitativo (Ordinal) Intervalo de confianza 95%
Número de estudios que cumplen criterios de inclusión		Estudios realizados	Número (y %) de estudios que cumplen criterios de inclusión	Ordinal	Cuantitativo (Ordinal) Intervalo de confianza 95%
Nº de repeticiones de ensayos en estudios		Categoría ensayo	Número (y %) de estudios que cumplen criterios de inclusión	Ordinal	Cuantitativo (Ordinal) Intervalo de confianza 95%
Valor promedio de ensayo de estudios		Estadístico	Media	Ordinal	Cuantitativo (Ordinal) Intervalo de confianza 95%
Desviación estándar de ensayo en estudios		Estadístico	Desviación estándar	Ordinal	Cuantitativo (Ordinal) Intervalo de confianza 95%
Estimador del efecto (Peso)	(effect size): estimador estandarizado no escalar de la relación entre una exposición y un efecto. En sentido general, este término se aplica a cualquier medida de la diferencia en el resultado entre los grupos de estudio	Estadístico	Diferencia de media estandarizada Chi cuadrado Q test	Ordinal	Cuantitativo (Ordinal) Intervalo de confianza 95%
Heterogeneidad	(heterogeneity): significa que hay variabilidad estadística entre los estudios que se combinan. Puede proceder de muchas fuentes (más numerosas en los estudios de observación que en los diseños experimentales):	Estadístico	Estadístico I <sup>2</sup> Forest plot / Funnel plot	Ordinal Grafico	Cuantitativo (Ordinal) Intervalo de confianza 95%

### 3.7. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Este proyecto de investigación a la aplicación de las técnicas de revisión sistemática y de la síntesis de los resultados de los estudios de información primaria a través del metaanálisis, corresponde a un estudio de tipo analítico en el que se establecerá el riesgo de falta de calidad en el agua de consumo humano.

La muestra de estudios corresponderá para minimizar la probable presencia de sesgos a los estudios dentro de los períodos de la aplicación normativa (año 2010) en adelante, así mismo serán unidades de estudios que solo refieran al departamento de Lima.

El presente estudio se desarrollará de acuerdo a 3 (tres) etapas consecutivas. (ver siguiente figura).

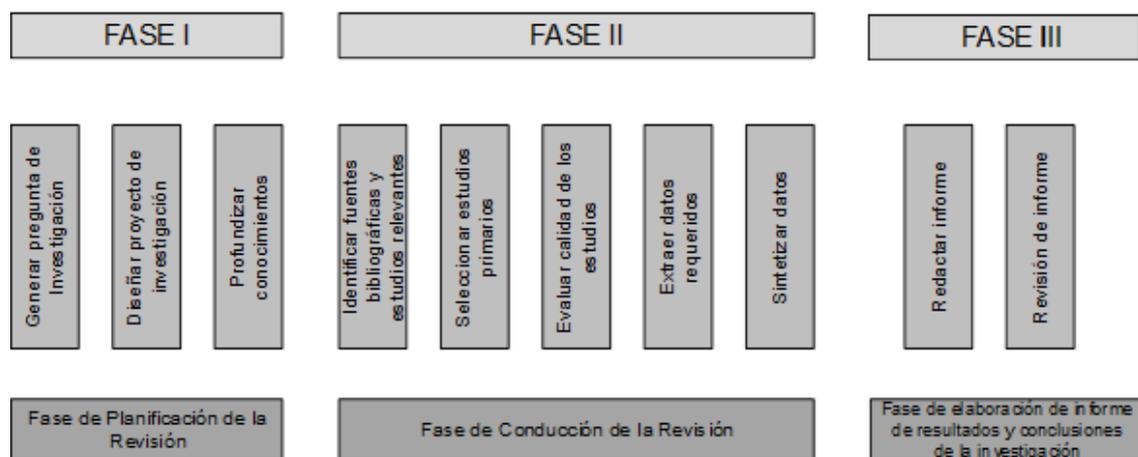


Figura 4: Fases del estudio

#### 3.7.1. Fase I del estudio

- ✓ Esta etapa corresponde a todas aquellas actividades que las tesis en coordinación y supervisión de su asesor han realizado.
- ✓ Estructuración de proyecto de investigación.
- ✓ Aprobación de ejecución de proyecto de tesis
- ✓ Capacitación en la técnica estadística y lectura crítica para siguiente fase.

### 3.7.2. Fase II del estudio

- ✓ Corresponde específicamente a las actividades para obtener las unidades de análisis del estudio, que cumpla con los criterios de inclusión

#### 3.7.2.1. Búsqueda Sistemática de la Información

Muchos investigadores, sobre todo de nivel de pregrado, al momento de discernir su punto de partida para este tipo de investigación, confunden los aspectos sobre *revisión narrativa* y *revisión sistemática*, este último que forma parte de nuestro estudio, por lo que es necesario diferenciar esto. (35)

Tabla 3: Diferencia entre Revisión Narrativa y Revisión Sistemática

Características	Revisión Narrativa	Revisión Sistemática
Pregunta de interés	No estructurada, no específica	Pregunta estructurada, problema clínico bien delimitado
Búsqueda de artículos y sus fuentes	No detallada y no sistemática	Búsqueda estructurada y explícita
Selección de artículos de interés	No detallada y no reproducible	Selección basada en criterios explícitos uniformemente aplicados a todos los artículos
Evaluación de la calidad de la información	Ausente	Estructurada y explícita
Síntesis	A menudo resumen cualitativo	Resumen cualitativo y cuantitativo
Inferencias	A veces basadas en la evidencia	Normalmente basadas en la evidencia

- ✓ Teniendo esta premisa, se buscarán artículos o tesis de investigación, que sobre determinación de la calidad de agua para consumo humano o agua potable se hayan realizado en muestras de Lima.
- ✓ Para esto, se planteó búsquedas en repositorios universitarios, base de datos de ALICIA de CONCYTEC, la base de datos del registro nacional de trabajos de investigación (RENATIC) de SUNEDU, Google Académico, Lilacs, Bireme, PubMed.
- ✓ Las palabras claves empleadas: DeCS: “*Agua potable*”, MESH: “*Drinking water*”
- ✓ Se hizo uso de los filtros que cada base de datos provee, como también de operadores booleanos tipo AND, OR, AND NOT; a fin de complementar los descriptores de

términos en salud para establecer la búsqueda complementariamente con términos como “calidad”, “parámetros de calidad”, “Lima”, “Perú”, “período posterior a 2010”, etc.

### 3.7.2.2. Identificación y selección de estudios

En esta fase, se hará uso de los criterios de inclusión, no obstante, este tipo de estudio contempla la síntesis de estudios primarios que ostenten calidad de evidencia de alto nivel, toda vez que sus conclusiones permitirán la toma de decisiones políticamente o científicamente. (36)

- ✓ Para la identificación y selección de los estudios se contemplan aspectos que complementan esta fase, como:
- ✓ **Lectura crítica de la información:** corresponde a una actividad enmarcada en la valoración de la calidad metodológica de un estudio (validez interna) es decir permite establecer el grado con el que un resultado se acerca a la verdad y está libre de sesgos (errores sistemáticos); esto hace que el estudio tenga una utilidad. Por otro lado, se percibirá la validez externa (extrapolación) que sería el grado con que los resultados de un estudio son aplicables en otros ámbitos o circunstancias.

Aplicable para el estudio, teniendo en base lo que la Medicina Basada en Evidencia (MBE) y sus avances con la aplicación de revisiones sistemáticas y meta-análisis, han permitido el desarrollo y aplicación de múltiples herramientas “guías” que permiten objetivamente el análisis crítico de información científica, dependiendo incluso del tipo de estudio que se analice. Fue por Wennber quien por los años 80 sacó a la luz diferentes errores que se venían cometiendo con la evaluación de la evidencia, dejando sentadas las bases con este accionar de lo que hoy en día se conoce

como “Cuidados de salud basados en evidencia” por sus siglas en inglés “EBHC”.

(37)

Por mencionar lo trascendente que significa, el realizar lectura crítica de información científica, mencionamos algunas guías para este fin y sus usos:

Tabla 4: Tipos de estudio y listas de comprobación

Tipo o Diseño de estudio	Guía o lista de verificación
Ensayo clínico aleatorizados	CASPe, CONSORT, MASTARI
Estudios experimentales no aleatorizados	TREND
Estudios de pronóstico	REMARK
Estudios observacionales	CASPe, STROBE, MASTARI, MOOSE
Estudios diagnósticos	CASPe, STARD, QUADAS
Revisiones de ensayos clínicos con meta-análisis	QUORUM, CASPe
Revisión sistemática de ensayos clínicos	PRISMA
Estudios cualitativos descriptivos	Gálvez Toro, CASPe, Sandelowski, QARI
Estudios de evaluaciones económicas	CASPe, ACTUARI
Guías de Práctica Clínica	AGREE
Varios tipos de estudio	NOTARI
Estudios preclínicos	ARRIVE
Calidad de la evidencia de cada variable, en cuatro niveles de evidencia/certeza	GRADE

Fuente: Elaboración propia

- ✓ Como se puede apreciar, esta actividad sobre todo tiene mucha trascendencia en la misma, razón por la que, en el presente estudio, partiendo de que muchas ideas innovadoras surgen a partir del pregrado y secuencialmente en avance académico, por lo que consideramos el presente proyecto a fin de presentar de una manera sistemática el tipo de análisis que conlleva a la toma de decisiones en el aspecto clínico.

Para esta etapa se empleará 4 instrumentos, los cuales serán comparados:

1. Parámetros de Cumplimiento Obligatorio según marco normativo. (10)
2. Lista de verificación para el informe de tesis de las universidades de procedencia de los estudios que cumplieron los criterios de inclusión.

3. Guía práctica para la formulación y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo (I + D) – CONCYTEC. (38)
4. Prototipo de lectura crítica de Directrices de la Colaboración para la Evidencia Medioambiental (CEE, por sus siglas en inglés para *Collaboration for Environmental Evidence*), de la Universidad de Bangor en Reino Unido. (25) (39)

### **3.8. Procesamiento y análisis de datos**

#### 3.8.1. Elaboración de tabla de extracción de datos

Los estudios que cumplan con los criterios de inclusión, serán procesados según necesidad de información en una tabla elaborada en Excel, los datos a extraer tendrán las siguientes características a fin de ordenarlos:

1. Autor (año)
2. Título
3. Tipo de estudio
4. Profesión relacionada
5. Universidad
6. Grado académico
7. Parámetro de medida del efecto
8. Origen geográfico de la muestra
9. Tamaño de la muestra
10. Media (promedio de valor encontrado según muestra)
11. Desviación Estándar
12. Límites permisibles de comparación según directiva sanitaria (DS 031-2010-SA)

### 3.8.2. Análisis de datos

#### 3.8.2.1. Relacionados con la dimensión cualitativa (Revisión sistemática o análisis crítico de la información)

1. Los datos según la información extraída en Excel, permitirá plantear análisis de naturaleza descriptiva y exploratoria. Además, se utilizarán test estadísticos para proveer un marco general de visualización y análisis de los resultados, pero no se realizará una inferencia estadística formal.

Para todas las pruebas se considerará un nivel de significación ( $\alpha$ ) del 5% y una potencia ( $1-\beta$ ) del 80%. Los análisis que correspondan a características descriptivas serán ejecutados usando el software SPSS 25.

Los datos serán resumidos de la siguiente manera:

- ✓ estadísticos descriptivos: medidas de tendencia central y de dispersión (media y desviación estándar, mediana y rango Intercuartil) para las variables cuantitativas y frecuencias y porcentajes para las variables cualitativas.
- ✓ gráficos: histogramas y gráficos de cajas (*box-plot*) para variables continuas y gráficos de sectores para variables cualitativas.

#### 3.8.2.2. Relacionados con la dimensión cuantitativa (metaanálisis o síntesis de resultados de los estudios primarios)

1. Los datos obtenidos, serán procesados en el software de la Colaboración Cochrane RevMan 5.3; se trata de un programa de libre distribución, pensado para que los autores de revisiones según el estilo Cochrane puedan preparar más sencillamente el texto, las tablas, los gráficos y el propio metaanálisis. RevMan puede funcionar aisladamente, o puede interaccionar con Archie (curiosidad: Archie es el nombre de pila del médico e investigador Archie Cochrane, que dio un impulso definitivo a la epidemiología como ciencia). Archie es

el repositorio en internet de la Colaboración Cochrane, que contiene los datos de las personas involucradas con la Colaboración, y la documentación y revisiones producidas. Junto con RevMan, componen el IMS (*Information Management System*, sistema de gestión de la información) de Cochrane, con el fin de dar soporte a los colaboradores en la tarea de producir revisiones sistemáticas de calidad que puedan ser diseminadas en la Cochrane Library o en otra parte. (40)

2. Los valores límites de la normatividad, al corresponder a valores medios y a una distribución normal estándar, corresponderán a compararse según el mismo tamaño muestral del parámetro evaluado.

3. Los resultados obtenidos de la síntesis, se establecerán en Intervalo de confianza al 95 %, de lo que obtendremos:

3.1. Tamaño del efecto fijo con su intervalo de confianza

3.2. Valor Z del tamaño del efecto y su p-valor

3.3. Determinación la asociación por la prueba de Chi cuadrado con sus grados de libertad y su p-valor

3.4. La heterogeneidad a través del estadístico  $I^2$  para observar la variación entre los diferentes estudios.

### **3.9. Aspectos éticos**

No aplica

## CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

### 4.1. Resultados

#### 4.1.1. Proceso de selección

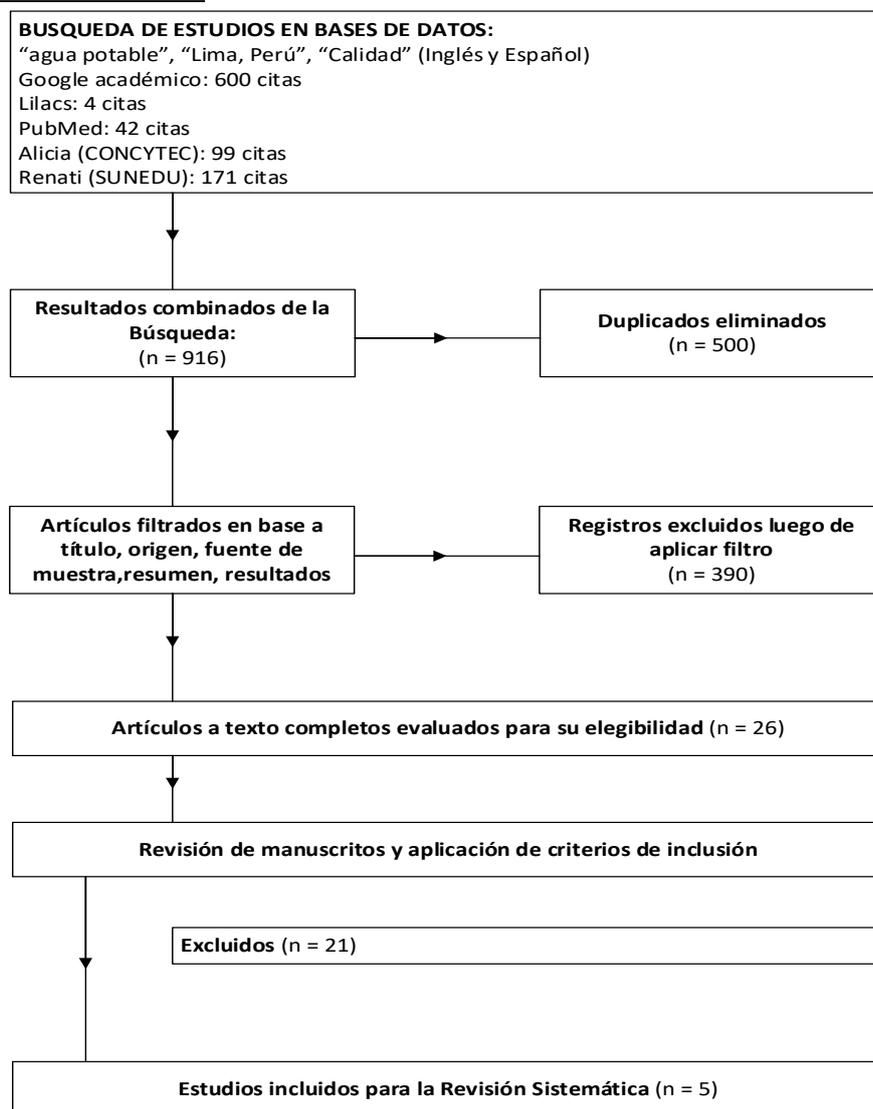


Figura 5: Diagrama de flujo del análisis para la selección de artículos (fuente: elaboración propia)

La figura 5, muestra el flujo de trabajo realizado, a fin de seleccionar los estudios que sobre calidad del agua a nivel físico-químico y microbiológico se han realizado en diferentes niveles; de los cuales 5 estudios resultan con características según evaluación para poder aplicar la revisión sistemática y el meta-análisis; los filtros empleados son operadores que permiten enlazar los términos de búsqueda para objetivar la misma, además de haber realizado búsquedas con los mismos términos en inglés y español en diferentes bases de datos bibliográficas.

#### 4.1.2. Características de los estudios seleccionados

Tabla 5: Características de estudios para metaanálisis

Autor (año)	Título	Tipo de estudio	Profesión relacionada	Universidad	Grado académico	Parámetro a extraer	Origen de Muestra	Tamaño de muestra	Media	Desviación Estándar	Standard (Límite Máximo)
Alarcón-Morán, S (2014)	Determinación de cobre y acidez en agua potable mediante espectrofotometría de absorción atómica y potenciometría y su relación con el cobre libre en sistemas intradomiciliarias de agua potable en Lima metropolitana	Tesis	Farmacia y Bioquímica	UNMSM	Bachiller	pH	Puente Piedra, SMP, Miraflores	30	7.5753	0.1638	<b>6.5 a 8.5</b>
						Cobre (Cu)		30	N.D.	N.D.	<b>2 mg/Lt</b>
(Espitia-Iriarte, N (2019)	Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos, y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-2016	Tesis	Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica	UNMSM	Maestría	Arsénico (As)	Pozos 1, 2 y Agua embotellada en Lurín	12	N.D.	N.D.	<b>0.01</b>
						Cadmio (Cd)		12	N.D.	N.D.	<b>0.003</b>
						Cloro Libre		12	0.4125	0.1961	<b>0.5</b>
						Dureza Total		12	262.27	10.5107	<b>500</b>
						Conductividad		12	862.393	36.7173	<b>1500</b>
						Turbidez		12	0.3133	0.1636	<b>5 UNT</b>
						pH		12	7.4927	0.1256	<b>6.5 a 8.5</b>
						Coliformes Totales		12	< 1.8	N.D.	<b>&lt; 1.8</b>
Carmona-Castillo, K (2018)	Determinación de plomo y dureza cálcica en agua de consumo humano de Caja de Agua – San Juan de Lurigancho. Febrero – Marzo 2017	Tesis	Farmacia y Bioquímica	UPNW	Bachiller	Dureza Total	Distrito de Caja de Agua, SJL, Lima	21	370.86	361.9	<b>500</b>
						Plomo (Pb)		21	0.0046	0.006	<b>0.01</b>
Cisneros-Rosazza, R (2019)	Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en Comas (Lima), Quispicanchi (Cuzco) y Coronel Portillo (Ucayali) durante el 2017	Tesis	Ciencias Biológicas	UPRP	Bachiller	Coliformes totales	Comas	48	0.631	1.0474	<b>&lt; 1.8</b>
						Coliformes fecales		48	0.367	0.6932	<b>&lt; 1.8</b>
						E. coli		48	0.138	0.432	<b>0</b>
						Heterótrofos		48	1089.083	3566.9219	<b>500</b>
						Turbidez		48	0.659	0.4831	<b>5 UNT</b>
						pH		48	7.353	0.3465	<b>6.5 a 8.5</b>
						Cloro Libre		48	0.965	0.3681	<b>0.5</b>
						Color		48	1.402	0.3142	<b>15</b>
Chacmana E., Blas C: (2020)	Evaluación de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco-Cieneguilla, marzo a octubre del 2019	Tesis	Farmacia y Bioquímica	UPNW	Bachiller	Coliformes Totales	Cieneguilla	46	56.1	54.7	<b>0</b>
						E. coli		46	2.7	9.1	<b>0</b>
						Color		46	5.3	2.8	<b>15</b>
						Turbidez		46	1.3	0.6	<b>5 UNT</b>
						pH		46	7.81	0.84	<b>6.5 a 8.5</b>
						Cloro Libre		46	0.3	0.4	<b>0.5</b>

N.D.: No Detectado

Al evaluar los estudios seleccionados, nos encontramos que estos representan el 0,55 % de estudios sobre el tema, de estos el 80,0 % corresponden a estudios realizados por estudiantes de pregrado para acceder a su titulación profesional respectiva. No obstante, también se aprecia que difieren en los parámetros evaluados, siendo dentro de estos parámetros los seleccionados la presencia de cloro libre, el pH y la presencia de *E. coli* en las muestras colectadas para estas determinaciones. Un estudio a pesar de cumplir con los parámetros de inclusión no realizó ensayos sobre los parámetros de control obligatorio.

#### 4.1.3. Selección de Instrumento para evaluar la calidad de los estudios

Para esta etapa se emplearon 4 instrumentos:

1. Parámetros de Cumplimiento Obligatorio según marco normativo. (10)
2. Lista de verificación para el informe de tesis de las universidades de procedencia de los estudios que cumplieron los criterios de inclusión.
3. Guía práctica para la formulación y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo (I + D) – CONCYTEC. (38)
4. Prototipo de lectura crítica de Directrices de la Colaboración para la Evidencia Medioambiental (CEE, por sus siglas en inglés para *Collaboration for Environmental Evidence*), de la Universidad de Bangor en Reino Unido. (25) (39)

Los dos primeros, fueron considerados como “filtro inicial”, durante la selección de estudios, dejando para una determinación de la calidad de estos la guía de CONCYTEC y el prototipo de lectura crítica de Directrices de la Colaboración para la Evidencia Medioambiental (CEE, por sus siglas en inglés para *Collaboration for Environmental Evidence*), de la Universidad de Bangor en Reino Unido.

Esta parte del estudio, fue realizada por “pares” de tipo externo, con formación e inclinación profesional sobre la metodología empleada; desarrollando y asegurando incluso la imparcialidad de la evaluación.

Las características generales evaluadas en los estudios se estructuraron según el anexo 1 de la guía práctica para la formulación y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo (i + D) del Consejo Nacional de Ciencia, e Innovación Tecnológica (CONCYTEC), 2020.

(38) Los puntos que permiten, la evaluación fueron los siguientes:

Tabla 6: Características de calidad de los estudios, evaluación por “pares” y según criterios de CONCYTEC

Estudios seleccionados	Calidad científica – técnico y viabilidad del proyecto					Capacidad y experiencia del equipo de investigación			Impacto y Resultados esperados				Presupuesto y plazos	
	Originalidad y generación de conocimiento	Estado del arte de la temática del proyecto	Claridad conceptual y coherencia	Consistencia de la metodología de investigación	Viabilidad de la propuesta	Experiencia del investigador	Experiencia de los coinvestigadores	Productividad del grupo de investigación	Formación y/o fortalecimiento de recursos humanos	Aleances de los resultados del proyecto	Aplicación de los resultados	Generación de publicaciones; propiedad intelectual o productos relacionados	Pertinencia del presupuesto planteado	Coherencia del presupuesto y plazos según actividades (bienes y servicios)
Alarcón-Morán, S (2014)	No	No	P.S.	P.S.	P.S.	No	No	No	No	No	No	No	S.I.	S.I.
Espitia-Iriarte, N (2019)	No	No	P.S.	P.S.	P.S.	No	No	No	No	No	No	No	S.I.	S.I.
Carmona-Castillo, K (2018)	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	No	S.I.	S.I.
Cisneros-Rosazza, R (2019)	No	No	P.S.	P.S.	P.S.	No	No	No	No	No	No	No	S.I.	S.I.
Chacmana E., Blas C: (2020)	No	No	P.S.	P.S.	P.S.	No	No	No	No	No	P.S.	No	S.I.	S.I.

La tabla 6 indica, algunas opciones de respuestas frente a un SI o NO de evaluación de cumplimiento, además se considera opciones P.S.: “posiblemente sí”, S.I.: “sin información”, pero el solo hecho de que los estudios cuenten con un 64,30 % de criterios de NO cumplimiento, señala una alta presencia de “sesgos”; esto claramente queda establecido en el análisis de calidad empleando la lectura crítica de los estudios mediante el prototipo de lectura crítica de Directrices de la Colaboración para la Evidencia Medioambiental (CEE, por sus siglas en inglés para *Collaboration for Environmental Evidence*), de la Universidad de Bangor en Reino Unido.

Por otro lado, con esta cualificación de los estudios también queda excluido el estudio de Carmona-Castillo, K (2018)(14) toda vez que, a pesar de tener un título indicativo de

aplicación de ensayos para determinar la calidad química del agua de consumo humano, no reúne otras condiciones para contar con sus resultados en la evaluación perseguida.

El prototipo de lectura crítica de Directrices de la Colaboración para la Evidencia Medioambiental (CEE, por sus siglas en inglés para *Collaboration for Environmental Evidence*), de la Universidad de Bangor en Reino Unido; como prototipo es lo más objetivo como instrumento para la evaluación de este tipo de estudios; este instrumento tiene 7 dominios y cada dominio abarca el análisis crítico de diferentes puntos, pero sobre todo con el fin de permitir la selección de estudios de calidad a fin permitan la mejor toma de decisiones en el contexto que les corresponde, sus dominios son: *ver ANEXOS*

1. Sesgos debidos a confusión
2. Sesgo en la selección de temas o áreas del estudio
3. Sesgo en la clasificación de la intervención o exposición
4. Sesgo debido a desviaciones de la intervención o exposición prevista
5. Sesgo debido a datos faltantes
6. Sesgo en la medición de resultados
7. Sesgo en la selección de los resultados informados

Siendo la evaluación final de cada estudio, parametrada según esto en:

- a. Estudio con bajo riesgo de sesgo
- b. Estudio con riesgo de sesgo medio
- c. Estudio con alto riesgo de sesgo

En el caso del análisis de los estudios seleccionados o finales, Alarcón-Morán, S (2014), Espitia-Iriarte, N (2019), Cisneros-Rosazza, R (2019) y Chacmana E., Blas C: (2020), en la tabla 7 se puede apreciar las conclusiones de los pares obtenidas con la aplicación de este instrumento.

Tabla 7: Cuadro de evaluación de la calidad de los estudios según instrumento de Directrices de la Colaboración para la Evidencia Medioambiental (CEE, por sus siglas en inglés para *Collaboration for Environmental Evidence*), de la Universidad de Bangor en Reino Unido

Estudios seleccionados	Dominio 1									Dominio 2								Dominio 3				Dominio 4						Dominio 5						Dominio 6					Dominio 7			
	Sesgo debido a confusión									Sesgo en la selección de temas o áreas del estudio								Sesgo en la clasificación de la intervención o exposición				Sesgo debido a desviaciones de la intervención o exposición prevista						Sesgo debido a datos faltantes						Sesgo en la medición de resultados					Sesgo en la selección de los resultados informados			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2	3	4
Alarcón-Morán, S (2014)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Espitia-Iriarte, N (2019)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cisneros-Rosazza, R (2019)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Chacmana E., Blas C: (2020)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Leyenda: √: Cumple o tiene lo requerido x: No cumple o no contiene lo requerido																																										
Juicio sobre el riesgo de sesgo para el dominio	Alto riesgo de sesgo									Alto riesgo de sesgo								Alto riesgo de sesgo				Alto riesgo de sesgo						Alto riesgo de sesgo						Alto riesgo de sesgo					Alto riesgo de sesgo			
Juicio sobre el riesgo de sesgo de todos los estudios para los dominios evaluados	Alto riesgo de sesgo en general									Alto riesgo de sesgo en general								Alto riesgo de sesgo en general				Alto riesgo de sesgo en general						Alto riesgo de sesgo en general						Alto riesgo de sesgo en general					Alto riesgo de sesgo en general			

En esta tabla se puede apreciar que las evaluaciones de calidad de los estudios seleccionados para la evaluación no cumplen con criterios de contenido, que permitan extrapolar sus resultados para la toma de decisiones.

No obstante, siendo el metaanálisis una técnica que así mismo permite evidenciar la calidad de los estudios, permitiendo con su uso aumentar la muestra sobre una determinada intervención, continuaremos con la ejecución de la misma.

#### 4.1.4. Aplicación del metaanálisis convencional

##### 4.1.4.1. Características de los estudios para el parámetro cloro libre

Tabla 8: Valores a someter a metaanálisis en RevMan 5.3

Autor (año)	Título	Parámetro a extraer	Tamaño de muestra	Media	Desviación Estándar	Standard (Límite Máximo)
(Espitia-Iriarte, N (2019)	Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos, y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-2016	Cloro Libre	12	0.4125	0.1961	0.5
Cisneros-Rosazza, R (2019)	Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en Comas (Lima), Quispicanchi (Cuzco) y Coronel Portillo (Ucayali) durante el 2017	Cloro Libre	48	0.965	0.3681	0.5
Chacmana E., Blas C: (2020)	Evaluación de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Río Seco-Cieneguilla, marzo a octubre del 2019	Cloro Libre	46	0.3	0.4	0.5

##### 4.1.4.2. Resultados de metaanálisis (Forest plot) para el parámetro cloro libre

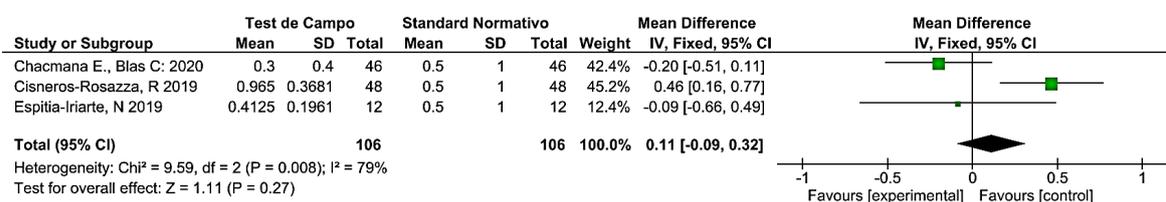


Figura 6: Forest plot del parámetro Cloro libre en RevMan 5.3

Los resultados asignados para la media global (diamante negro) muestran un valor de I<sup>2</sup> del 79,0 %, por si solo este valor nos indica una elevada heterogeneidad, lo que ameritaría aplicar la elección de efectos fijos o aleatorios, pero al ser una medida continua no es necesario, el estudio así mismo demostró una diferencia de media global a favor del grupo control o estándar del parámetro de control obligatorio evaluado y de 0,11 (IC: -0,09 a 0,32); pero con un p-valor de 0,27 se determina que estadísticamente no es significativo el resultado.

#### 4.1.4.3. Gráfica de sesgos (Funnel plot)

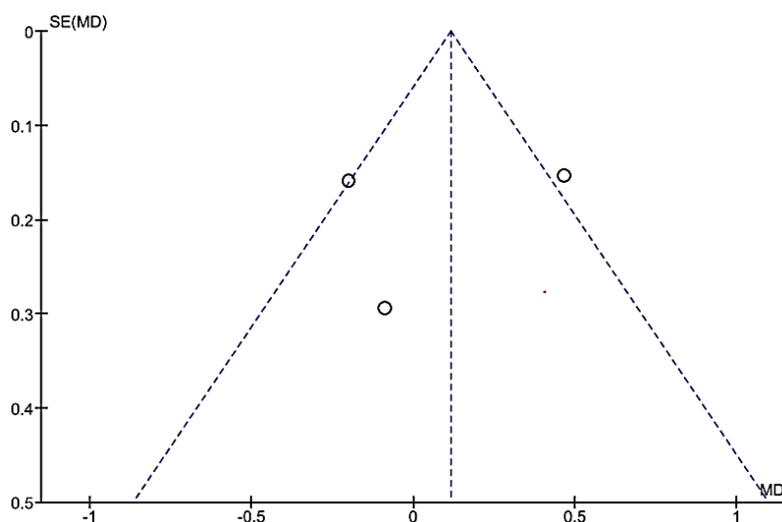


Figura 7: Funnel plot de Cloro residual en RevMan 5.3

Claramente se observa una asimetría en la distribución de los valores, es decir entre el efecto y la precisión de los mismos, usualmente esta gráfica denotaría el análisis de sesgo de publicación, el cual en la revisión sistemática se determinó que los estudios lo presentaban; lo que significaría que se necesitan incluir más estudios que permitan garantizar los resultados encontrados, otra característica que denota este gráfico es la variabilidad entre los estudios.

#### 4.1.4.4. Características de los estudios para el parámetro pH

Tabla 9: Estudios y valores de pH a considerar para el metaanálisis en RevMan 5.3

Autor (año)	Título	Parámetro a extraer	Tamaño de muestra	Media	Desviación Estándar	Standard (Límite Máximo)
(Espitia-Iriarte, N (2019))	Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos, y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-2016	pH	12	7.4927	0.1256	6.5 a 8.5
Cisneros-Rosazza, R (2019)	Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en Comas (Lima), Quispicanchi (Cuzco) y Coronel Portillo (Ucayali) durante el 2017	pH	48	7.353	0.3465	6.5 a 8.5
Chacmana E., Blas C: (2020)	Evaluación de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco-Cieneguilla, marzo a octubre del 2019	pH	46	7.81	0.84	6.5 a 8.5
Alarcón-Morán, S (2014)	Determinación de cobre y acidez en agua potable mediante espectrofotometría de absorción atómica y potencimetría y su relación con el cobre libre en sistemas intradomiciliarias de agua potable en Lima metropolitana	pH	30	7.5753	0.1638	6.5 a 8.5

#### 4.1.4.5. Resultados de metaanálisis (Forest plot) para el parámetro pH

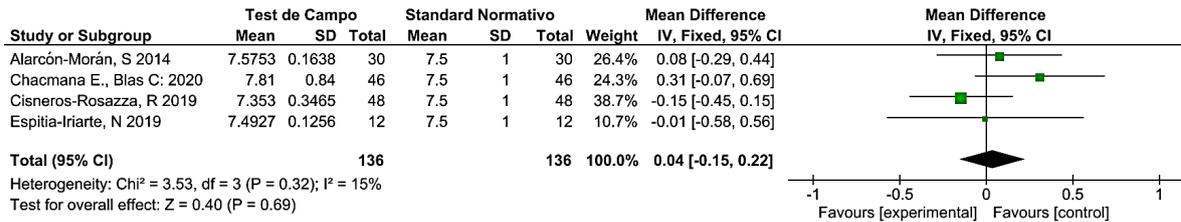


Figura 8: Forest plot del parámetro pH en RevMan 5.3

Los resultados asignados para la media global (diamante negro) muestran un valor de I<sup>2</sup> del 15,0 %, este valor denota una homogeneidad aceptable, pero el estudio así mismo demostró una diferencia de media global a favor del grupo control o estándar del parámetro de control obligatorio evaluado y de 0,04 (IC: -0,15 a 0,22) con un p-valor de 0,69.

No obstante, esta homogeneidad, debe establecerse a través del gráfico tipo “*funnel plot*” que permite visualizar este tipo de análisis que faltan estudios para mejorar esto.

#### 4.1.4.6. Gráfica de sesgos (Funnel plot)

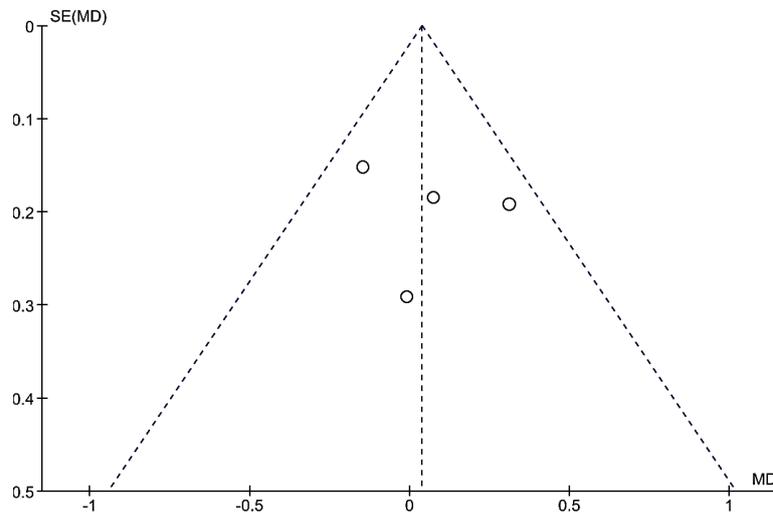


Figura 9: Funnel plot de pH en RevMan 5.3

Claramente se observa una distribución con cierta simetría en la distribución de los valores, pero entre el efecto y la precisión de los mismos hay ciertos distanciamientos, lo que significaría que se necesitan incluir más estudios que permitan garantizar los resultados encontrados, otra característica que denota este gráfico es la variabilidad entre los estudios.

#### 4.1.4.7. Características de los estudios para el E. coli

Tabla 10: Estudios y valores de E. coli a considerar para el metaanálisis en RevMan 5.3

Autor (año)	Título	Parámetro a extraer	Tamaño de muestra	Media	Desviación Estándar	Standard (Límite Máximo)
Cisneros-Rosazza, R (2019)	Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en Comas (Lima), Quispicanchi (Cuzco) y Coronel Portillo (Ucayali) durante el 2017	E. coli	48	0.138	0.432	0
Chacmana E., Blas C: (2020)	Evaluación de los parámetros de control obligatorio de la calidad del agua para consumo humano en los reservorios del centro poblado rural Rio Seco-Cieneguilla, marzo a octubre del 2019	E. coli	46	2.7	9.1	0

#### 4.1.4.8. Resultados de meta-análisis (Forest plot) para el parámetro E. coli

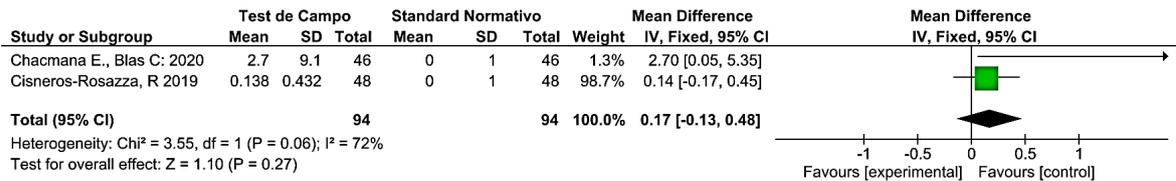


Figura 10: Forest plot del parámetro E. coli en RevMan 5.3

Claramente, este parámetro muestra valores que no son propios de las unidades UFC (unidades formadoras de colonia), toda vez que estas deben ser valores enteros, así sea por volumen o masa, no corresponde, pero al aplicar la síntesis de los resultados mediante RevMan 5.3 encontramos de todas maneras unas características como las mostradas en el gráfico, una I<sup>2</sup> elevada que ameritaría aplicar cambio a efectos aleatorizados, pero así mismo se observa una marcada desviación estándar en el estudio de Chacmana; se observa una diferencia media global a favor del grupo control o estándar del parámetro de control obligatorio evaluado de “0,17 (IC: -0,13 a 0,48)”.

#### 4.1.4.9. Gráfica de sesgos (Funnel plot) para los estudios de E. coli

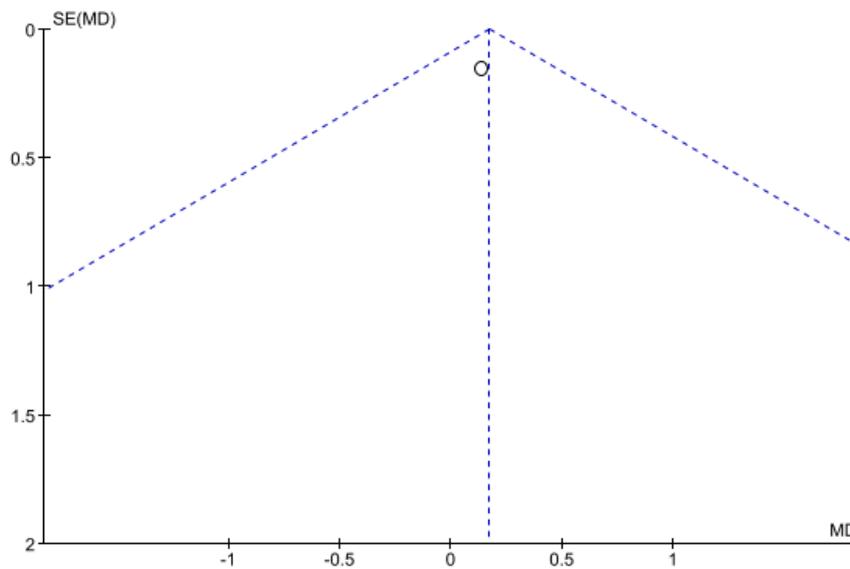


Figura 11: Funnel plot de E. coli en RevMan 5.3

Claramente se observa una asimetría en la distribución de los valores, es decir entre el efecto y la precisión de los mismos, usualmente esta gráfica denotaría el análisis de sesgo de publicación, el cual en la revisión sistemática se determinó que los estudios lo presentaban; lo que significaría que se necesitan incluir más estudios que permitan garantizar los resultados encontrados, otra característica que denota este gráfico es la variabilidad entre los estudios.

## CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

La revisión sistemática y metaanálisis forman parte de la investigación secundaria, que parten de estudios individuales (trabajos originales que se revisan) sobre un tema en particular, con el objeto de responder a cuestiones concretas, siguiendo una metodología explícita y rigurosa. La presente tesis presenta las siguientes conclusiones:

Se estableció un instrumento “*Konno K, Livoreil B, Pullin AS. 2020. Collaboration for Environmental Evidence Critical Appraisal Tool version 0.1 (prototype)*”, que nos permitió la evaluación de la calidad de los estudios, dándonos a conocer la presencia de “sesgos” que enfáticamente recaen en selección, medición, muestreo y clasificación; lográndose la evaluación a través de dominios que establecen la presencia de “sesgos” que desequilibran los resultados.

Se identificó a través de un proceso sistemático la selección de 5 estudios de un total de 916, los cuales, para el objetivo de aplicar la síntesis de resultados, muy a pesar de no tener todos los controles de cumplimiento obligatorio, nos permitieron mejorar los conocimientos en esta técnica.

Se estableció el flujograma de la búsqueda sistemática de la información a fin de seleccionar estudios sobre agua para el consumo humano, mediante búsquedas en repositorios universitarios, base de datos de ALICIA de CONCYTEC, base de datos del registro nacional de trabajos de investigación RENATI de SUNEDU, Google Académico, Lilacs, Bireme, PubMed, empleándose palabras claves provistas en portales como PubMed y LILACS, que según el idioma corresponden a términos MeSH o DeCS; este proceso sistemático, nos permitió la selección de los 5 estudios.

Se determinó la calidad del agua para consumo humano según los PCO aplicando el metaanálisis, que responden a conseguir y seleccionar estudios que reúnan características de elevada calidad de diseño, elaboración, ejecución y análisis de resultados; seleccionándose 4 estudios relevantes sobre análisis de la calidad de agua en función a parámetros establecidos. Los resultados obtenidos por estos estudios no se pueden comparar con otros similares, pero con cada estudio el metaanálisis les otorga cierta relevancia de su intención a pesar de los sesgos, mostrando incluso valores cercanos a los estándares.

Así mismo, se determinó el análisis de homogeneidad y sesgos a través de gráficas como el *“forest plot”* y *“funnel plot”* mostrando que los estudios tienen una heterogeneidad marcada para cloro libre ( $I^2 = 79,0 \%$ ) pudiendo estar establecida por la variabilidad de los estudios, lo que en el análisis de *“sesgos”* para publicación, ésta misma se nota al evidenciarse una falta de precisión de los estudios versus el efecto y no necesariamente por comparaciones de estudios en número impar para la asimetría mostrada, si no a la ausencia de estudios que puedan permitir concluir mejor, por ejemplo estudios que hayan obtenido resultados negativos de control; mientras que para el pH se nota ( $I^2 = 15,0 \%$ ) que muestra cierta homogeneidad de los resultados con un gráfico casi simétrico.

El presente estudio concluye, que los estudios no proveen resultados concretos, no dando razón para afirmar que el agua que consumen la población limeña está afectada en forma negativa en su calidad físico-químico y microbiológica, que perjudique la salud.

## 5.2. Recomendaciones

El proceso de realización de una revisión sistemática no es pues un proceso fácil, pero, en este sentido, no difiere del proceso de elaboración de cualquier otro tipo de investigación científica, por lo que gracias a la experiencia obtenida en el desarrollo de este tipo de investigación nos permitimos poder recomendar los siguientes puntos:

1. La universidad como institución debe recuperar su identidad con los problemas que atañen el control y vigilancia de recursos (como el agua), a fin de que los diferentes niveles de formación académica mejoren su nivel de producción científica.
2. Este tipo de experiencia debe extrapolarse a niveles del ejercicio profesional farmacéutico, a fin de mejorar nuestras competencias y evaluar situaciones clínicas y no clínicas, con herramientas que nos permitan sintetizar resultados y participar activamente en la toma de decisiones para beneficio de la población.
3. Es necesario inducir a los estudiantes, a que no solamente se deben realizar ciertas pruebas sobre muestras de agua para consumo humano, sino, que también es necesario que los docentes conozcan de la aplicación normativa que sobre estas experiencias existen.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Organización Mundial de la Salud & UNICEF. Agua, saneamiento, higiene y gestión de desechos en relación con el SARS-CoV-2, el virus causante de la COVID-19: : orientaciones provisionales. Unicef. 2020;1–13.
2. Organización Mundial de La Salud. Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta edición. Incorpora la primera adenda. Organ Mund la Salud [Internet]. 2018;608. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/272403/9789243549958-spa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. World Health Organization, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF). Progresos en materia de agua potable, saneamiento e higiene. Organización Mundial de la Salud. 2017. 116 p.
4. OMS. Manual para el desarrollo de planes de seguridad del agua. Int Water Assoc [Internet]. 2009;116. Available from: [http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789243562636\\_spa.pdf](http://whqlibdoc.who.int/publications/2009/9789243562636_spa.pdf)
5. ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Agua y saneamiento: Evidencias para políticas públicas con enfoque en derechos humanos y resultados en salud pública. I. OPS, editor. Twenty-third Street, N.W. Washington, D.C. 20037, E.U.A. Washington, D.C., E.U.A.; 2011. 68 p.
6. ONU. Objetivo 6. Agua Limpia Y Saneamiento: Por Que Es Importantes. United Nations [Internet]. 2015;1–2. Available from: [https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/6\\_Spanish\\_Why\\_it\\_Matters.pdf](https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/6_Spanish_Why_it_Matters.pdf)

7. DIGESA supervisará la calidad del agua para consumo humano por corte del servicio en 20 distritos | Gobierno del Perú [Internet]. [cited 2021 Jan 17]. Available from: <https://www.gob.pe/institucion/minsa/noticias/45206-digesa-supervisara-la-calidad-del-agua-para-consumo-humano-por-corte-del-servicio-en-20-distritos>
8. Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú: formas de acceso al agua y saneamiento básico. Boletín Agua y Saneam [Internet]. 2020;9:68. Available from: [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin\\_agua.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/boletin_agua.pdf)
9. Ministerio de Salud del Perú. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano. Perú: Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental; 2011 p. 46.
10. Normas Legales. Aprueban Directiva Sanitaria para la Formulación, Aprobación y Aplicación del Plan de Control de Calidad (PCC) por los Proveedores de Agua para Consumo Humano. El Peruano. 2014. 538535–538536 p.
11. Tools for Critical Appraisal - Systematic Reviews & Other Review Types - Research Guides at Temple University [Internet]. [cited 2021 Feb 3]. Available from: <https://guides.temple.edu/systematicreviews/criticalappraisal>
12. Guías para informar y publicar sobre investigaciones según los principales tipos de estudios de investigación | The EQUATOR Network [Internet]. [cited 2021 Aug 11]. Available from: <https://www.equator-network.org/library/spanish-resources-recursos-en-espanol/recursos-para-docentes/guias-para-informar-y-publicar-sobre-investigaciones-segun-los-principales-tipos-de-estudios-de-investigacion/>
13. Chacmana-Asturina E, Blas-Manyari C. EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA

CONSUMO HUMANO EN LOS RESERVORIOS DEL CENTRO POBLADO RURAL RIO SECO - CIENEGUILLA, MARZO – OCTUBRE, 2019. Universidad Privada Norbert Wiener; 2020.

14. Carmona-Castillo K. Determinación de plomo y dureza cálcica en agua de consumo humano de Caja de Agua – San Juan de Lurigancho. Febrero – Marzo 2017 [Internet]. Universidad Privada Norbert Wiener. 2018. Available from: <http://repositorio.uwiener.edu.pe/xmlui/handle/123456789/1657>
15. Cisneros-Rosazza R. EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO HUMANO EN COMAS (LIMA), QUISPICANCHI (CUSCO) Y CORONEL PORTILLO (UCAYALI) DURANTE EL 2017 [Internet]. Universidad Ricardo Palma. Universidad Ricardo Palma; 2019. Available from: [http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/989/SP VALDEZ\\_AB.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/urp/989/SP_VALDEZ_AB.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
16. Espitia-Iriarte N. Análisis de calidad de agua potable con relación a sus parámetros fisicoquímicos, biológicos, y crecimiento de Lemna minor en la estancia de Lurín, Lima 2015-201. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2019.
17. Alarcón-Moran S. DETERMINACIÓN DE COBRE Y ACIDEZ EN AGUA POTABLE MEDIANTE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA Y POTENCIOMETRÍA, Y SU RELACIÓN CON EL COBRE LIBRE EN SISTEMAS INTRADOMICILIARIOS DE AGUA POTABLE EN LIMA METROPOLITANA. Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014.
18. Carrión A, Daniel V. Revisión sistemática de las tesis relacionadas con la determinación de metales pesados en la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2008 - 2018 [Internet]. Universidad

Nacional Mayor de San Marcos; 2019. Available from:  
<http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/11554>

19. Jurado MA, Mercado ID. Revisión sistemática de técnicas no convencionales para la evaluación de la calidad del agua de ríos contaminados con plaguicidas. *Entre Ciencia e Ing.* 2017;11(21):56.
20. Zaror C, Vallejos C, Corsini G, de la Puente C, Velásquez M, Tessada-Sepúlveda R, et al. Revisión Sistemática sobre los Efectos Adversos de la Fluoración del Agua. *Int J Odontostomatol.* 2015;9(1):165–71.
21. Dangour AD, Watson L, Cumming O, Boisson S, Velleman Y, Cavill S, et al. Interventions to improve water quality and supply, sanitation and hygiene practices, and their effects on the nutritional status of children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2011;(8).
22. Clasen TF, Alexander KT, Sinclair D, Boisson S, Peletz R, Chang HH, et al. Interventions to improve water quality for preventing diarrhoea. Vol. 2015, *Cochrane Database of Systematic Reviews.* John Wiley and Sons Ltd; 2015.
23. Olivares Carmona KM, Angulo Armenta J, Torres Gastelú CA, Madrid García EM. ICTs in education: A meta-analysis on research and emerging fields in Mexico. *Apertura.* 2016;8(2):100–15.
24. Cardona Arias JA, Higuera Gutiérrez LF, Ríos Osorio LA. Revisiones sistemáticas de la literatura científica: La investigación teórica como principio para el desarrollo de la ciencia básica y aplicada. *Revisiones sistemáticas de la literatura científica: La investigación teórica como principio para el desarrollo de la ciencia básica y aplicada.* 2016.

25. Colaboración para la evidencia ambiental. Directrices para revisiones sistemáticas y síntesis de las evidencias en gestión medioambiental [Internet]. 2013. Available from: [www.environmentalevidence.org/Documents/Guidelines/Guidelines4.2.pdf](http://www.environmentalevidence.org/Documents/Guidelines/Guidelines4.2.pdf)
26. Enrique J, Cano G, Jair E, Oliva D. Metodología para el análisis y la revisión crítica de artículos de investigación. 2017;
27. Sharples JM, Oxman AD, Mahtani KR, Chalmers I, Oliver S, Collins K, et al. Critical thinking in healthcare and education. *BMJ*. 2017;357:16–8.
28. Emilio Letón Molina, Alejandro Pedromingo Marino. Introducción al análisis de datos en Meta-análisis [Internet]. Primera. Díaz de Santos SA, editor. Madrid - España; 2001. 136 p. Available from: [www.e-biometria.com](http://www.e-biometria.com)
29. Botella J, Zamora Á. El meta-análISIS: Una metodología para la investigación en educación. *Educ XX1*. 2017;20(2):17–38.
30. Aguilera Eguia R. Carta al director: ¿Revisión sistemática, revisión narrativa o metaanálisis? *Rev Soc Esp del Dolor*. 2004;21(6):528–9.
31. Fernandez Chinguel JE, Zafra Tanaka JH, Goicochea Lugo S, Peralta CI, Taype Rondan A. Aspectos básicos sobre la lectura de revisiones sistemáticas y la interpretación de meta-análisis. *Acta Medica Peru*. 2019;36(2):157–69.
32. Flores-Fernández C, Aguilera-Eguía R, Saldivia Saldivia AM, Gutiérrez Parra V, Pérez-Galdavini VM, Torres Morera LM. Análisis bibliométrico de la Revista de la Sociedad Española del Dolor: 2007-2016. *Rev la Soc Esp del Dolor*. 2018;25(3):170–7.
33. Valentine JC, Pigott TD, Rothstein HR. How many studies do you need? A primer on

- statistical power for meta-analysis. *J Educ Behav Stat.* 2010;35(2):215–47.
34. Centro Cochrane Iberoamericano traductores. Inicio | Cochrane Iberoamérica [Internet]. 2021 [cited 2021 Feb 23]. Available from: <https://es.cochrane.org/es>
  35. Ferreira González I, Urrútia G, Alonso-Coello P. Systematic reviews and meta-analysis: Scientific rationale and interpretation. *Rev Esp Cardiol.* 2011;64(8):688–96.
  36. Tebes G, Peppino D, Becker P, Olsina L. Especificación del modelo de proceso para una revisión sistemática de literatura. *XXII Ibero-American Conf Softw Eng CIbSE* 2019. 2019;(June):391–404.
  37. López C. *Lectura Crítica de la evidencia clínica.* Gea Consultoría Editorial s. l., editor. Elsevier; 2015. 215 p.
  38. Consejo Nacional de Ciencia T e IT-C. R.P. 097-2020-CONCYTEC-P (Anexo - Guía práctica para la formulación y ejecución de proyectos de investigación 26-08-2020[R].pdf.
  39. Konno K, Livoreil B PA. Collaboration for Environmental Evidence Critical Appraisal Tool version 0.1 (prototype). 2020;1(December):1–4.
  40. Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria. Tutorial Review Manager 5. Cochrane Collab. 2011;1–42.

## **ANEXOS**

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Konno K, Livoreil B, Pullin AS. 2020. Collaboration for Environmental Evidence Critical Appraisal Tool version 0.1 (prototype).

Tabla 11: Matriz de consistencia

Formulación del Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Diseño Metodológico
<p><u>Problema general</u></p> <p>✓ ¿Tendrá el agua para consumo humano la calidad adecuada, establecida con la aplicación de la metodología de revisión sistemática y metaanálisis en tesis universitarias?</p> <p><u>Problemas específicos</u></p> <p>✓ ¿Existirá un instrumento que permita determinar los sesgos de los estudios sobre el agua para el consumo humano?</p> <p>✓ ¿Existirán estudios sobre la calidad del agua para el consumo humano?</p> <p>✓ ¿Cuál será el flujograma sistemático del trabajo de investigación realizado sobre la calidad del agua para el consumo humano?</p> <p>✓ ¿Cómo será la calidad del agua para el consumo humano según los parámetros de control obligatorio aplicando el metaanálisis?</p>	<p><b>Objetivos de la investigación</b></p> <p><u>Objetivo general</u></p> <p>✓ Determinar la calidad del agua para el consumo humano a través de la metodología de revisión sistemática y metaanálisis en tesis universitarias.</p> <p><u>Objetivos específicos</u></p> <p>✓ Establecer un instrumento que permita determinar los sesgos de los estudios sobre el agua para el consumo humano.</p> <p>✓ Identificar sistemáticamente estudios sobre la calidad del agua para el consumo humano.</p> <p>✓ Establecer el flujograma sistemático del trabajo de investigación realizado sobre la calidad del agua para el consumo humano.</p> <p>✓ Determinar la calidad del agua para el consumo humano según los parámetros de control obligatorio aplicando el metaanálisis.</p>	<p>Por la naturaleza del estudio no se efectuará testeo de hipótesis de investigación.</p>	<p><u>Variables para el enfoque cualitativo</u></p> <p>Esta parte corresponde al análisis crítico para determinar la calidad de la evidencia científica de los estudios que cumplen los criterios de inclusión de la muestra.</p> <p>Problema planteado Objetivos Justificación Diseño de estudio Muestra / origen (fuente) / número / significancia estadística Criterios de inclusión Instrumento de recolección de datos Autorizaciones / conocimiento de ejecución de estudio (comité de ética solo si aplica) Pruebas estadísticas realizadas en los estudios</p> <p><u>Variables para el enfoque cuantitativo</u></p> <p>Metaanálisis</p>	<p><b>Método de investigación</b> Descriptivo, analítico</p> <p><b>Enfoque de la investigación</b> Cualitativo – cuantitativo</p> <p><b>Tipo de Investigación</b> Secundaria, Aplicada</p> <p><b>Diseño de la investigación</b> Análisis y recopilación de datos documentados</p> <p><b>Población</b> Tesis universitarias de pre-grado y postgrado</p> <p><b>Muestra</b> Tesis universitarias de pregrado y postgrado publicada o no sobre control de calidad del agua potable para consumo humano</p>

## Collaboration for Environmental Evidence Critical Appraisal Tool Version 0.1 (Prototype)

Please cite as: Konno K, Livoreil B, Pullin AS. 2020. Collaboration for Environmental Evidence Critical Appraisal Tool version 0.1 (prototype).

### Applying the tool

#### Domain 1: Bias due to confounding

#### Answering the signalling questions

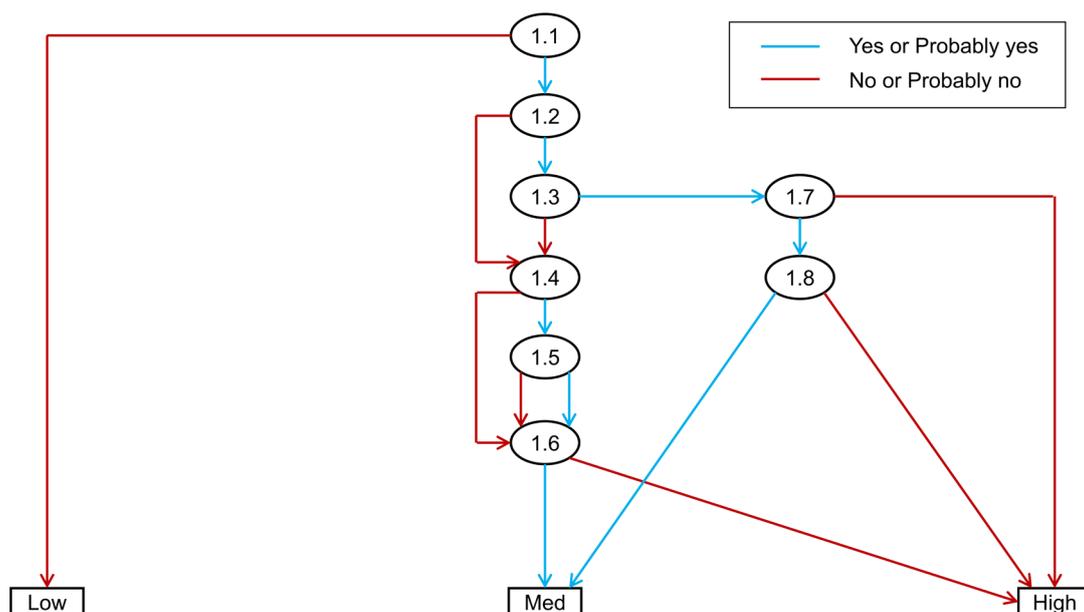
Please answer the signalling questions in **Table 1** and record your responses.

**Table 1.** Signalling questions for bias due to confounding.

Category	Signalling questions	Answer (tick one applies)
<b>GENERAL</b> (please answer)	1.1. Is there potential for the effect of intervention or exposure to be confounded in this study?	Yes Probably yes Probably no No
<b>CONDITIONAL</b> (answer if Y/PY to 1.1, otherwise select 'Not applicable')	1.2. Were the intended intervention or exposure discontinued or switched to other form of intervention or exposure after they had been implemented (so that baseline difference(s) was/were not the only source of confounding)? (This signalling question is to determine whether there is a need to evaluate post-baseline confounding)	Yes Probably yes Probably no No No information (No) Not applicable
<b>CONDITIONAL</b> (answer if Y/PY to 1.2, otherwise select 'Not applicable')	1.3. Were the discontinuations or switches of intervention or exposure likely to be related to factors that are predictive of the outcome?	Yes Probably yes Probably no No No information (No) Not applicable
<b>CONDITIONAL</b> (answer if N/PN/NI to 1.2 or 1.3, otherwise select 'Not applicable')	1.4. Did the authors use an appropriate analysis method that took into account all the important potential confounding factors?	Yes Probably yes Probably no No No information (No) Not applicable
<b>CONDITIONAL</b> (answer if Y/PY to 1.4, otherwise select 'Not applicable')	1.5. Were the important potential confounding factors that were taken into account measured validly and reliably in this study?	Yes Probably yes Probably no No No information (No) Not applicable
<b>CONDITIONAL</b> (answer if N/PN/NI to 1.2 or 1.3, otherwise select 'Not applicable')	1.6. Did the authors take into account any post-intervention or post-exposure variables that could have been affected by the intervention or exposure? (if there are no such obvious variables, select 'yes' or 'probably yes')	Yes Probably yes Probably no No No information (No) Not applicable
<b>CONDITIONAL</b> (answer if Y/PY to 1.3, otherwise select 'Not applicable')	1.7. Did the authors use an appropriate analysis method that took into account all the important potential baseline and post-baseline confounding factors?	Yes Probably yes Probably no No No information (No) Not applicable
<b>CONDITIONAL</b> (answer if Y/PY to 1.7,	1.8. Were the important potential confounding factors that were taken into account measured validly and reliably in this study?	Yes Probably yes Probably no

otherwise select 'Not applicable')		No No information (No) Not applicable
<b>OPTIONAL</b> (select 'Skip' if you skip)	1.9. What is the predicted direction of bias due to confounding?	Intervention or exposure favoured Comparator favoured Towards no effect Away from no effect Unpredictable Skip

Once you have answered the signalling questions, please use the algorithm below (**Figure 1**) to finalise your judgement about risk of bias for this domain.



**Figure 1.** Algorithm for suggested judgement about risk of bias due to confounding.

Please record your judgement about risk of bias for this domain using **Box 1** below.

**Box 1.** Judgement about risk of bias due to confounding.

Low risk of bias Medium risk of bias High risk of bias
--

## Domain 2: Bias in selection of subjects or areas into the study

### Answering the signalling questions

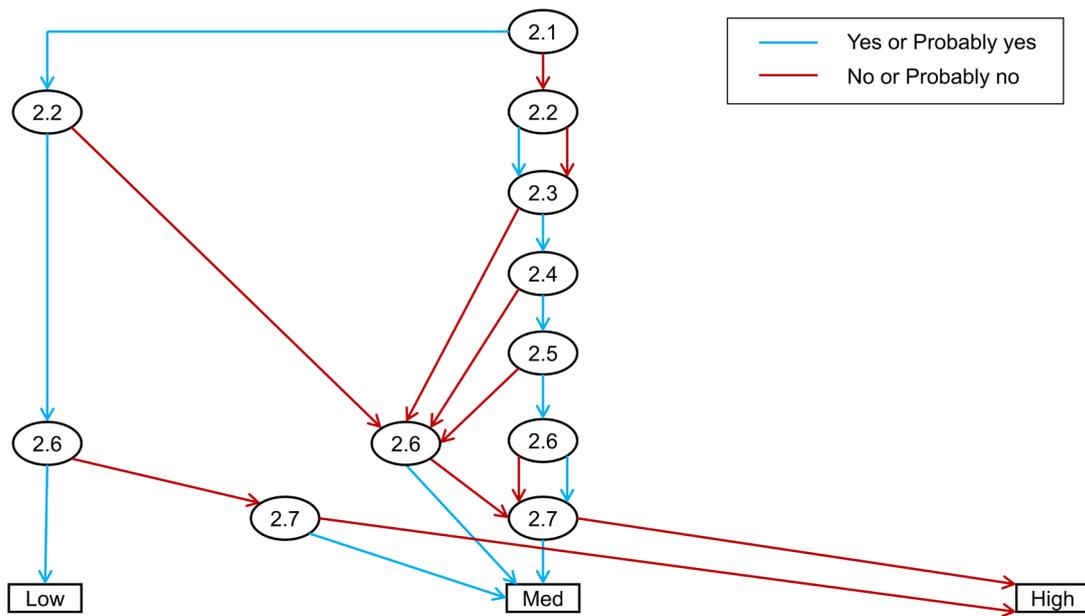
Please answer the signalling questions in **Table 2** and record your responses.

**Table 2.** Signalling questions for bias in selection of subjects or areas into the study.

Category	Signalling questions	Answer (tick one applies)
<b>GENERAL</b> (please answer whichever suitable)	2.1. Was the selection of subjects or areas into the study random? (when an attempt was not made to collect data of the entire, or nearly entire, inference population) OR Was the entire, or nearly entire, inference population is selected for inclusion? (when an attempt was made to collect data of the entire, or nearly entire, inference population)	Yes Probably yes Probably no No No information (No)

<b>GENERAL</b> (please answer whichever suitable)	2.2. Was/were researcher(s) unaware (or blinded) of the selection until subjects or areas were assigned to or grouped as intervention or exposure? (when the study conducted the selection or grouping) OR Had the selection or grouping taken place before the conduct of the study (so that researchers were not involved in the selection or grouping at all)?	Yes Probably yes Probably no No No information (No)
<b>CONDITIONAL</b> (answer if N/PN/NI to 2.1, otherwise select 'Not applicable')	2.3. Was selection of subjects or areas into the study (or into the analysis) based on their characteristics (other than the intervention or exposure variable)?	Yes Probably yes Probably no No No information (No) Not applicable
<b>CONDITIONAL</b> (answer if Y/PY to 2.3, otherwise select 'Not applicable')	2.4. Were the characteristics (variables), that influenced selection, likely to be associated with intervention or exposure?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes) Not applicable
<b>CONDITIONAL</b> (answer if Y/PY/NI to 2.4, otherwise select 'Not applicable')	2.5. Were the characteristics (variables), that influenced selection, likely to be influenced by the outcome or a cause of the outcome?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes) Not applicable
<b>GENERAL</b> (please answer)	2.6. Do start of assignment or grouping and, if applicable, start of intervention or exposure coincide for most subjects or areas? (If only one subject or area is studied, select 'yes' or 'probably yes')	Yes Probably yes Probably no No No information (No)
<b>CONDITIONAL</b> (answer if Y/PY/NI to 2.4 and 2.5, or N/PN/NI to 2.6, otherwise select 'Not applicable')	2.7. Were adjustment techniques used that were likely to correct for the presence of selection bias?	Yes Probably yes Probably no No No information (No) Not applicable
<b>OPTIONAL</b> (select 'Skip' if you skip)	2.8. What is the predicted direction of bias due to selection of subjects or areas into the study?	Intervention or exposure favoured Comparator favoured Towards no effect Away from no effect Unpredictable Skip

Once you have answered the signalling questions, please use the algorithm below (**Figure 2**) to finalise your judgement about risk of bias for this domain.



**Figure 2.** Algorithm for suggested judgement about risk of bias in selection of subjects or areas into the study.

Please record your judgement about risk of bias for this domain using **Box 2** below.

**Box 2.** Judgement about risk of bias in selection of subjects or areas into the study.

Low risk of bias Medium risk of bias High risk of bias
--

### Domain 3: Bias in classification of intervention or exposure

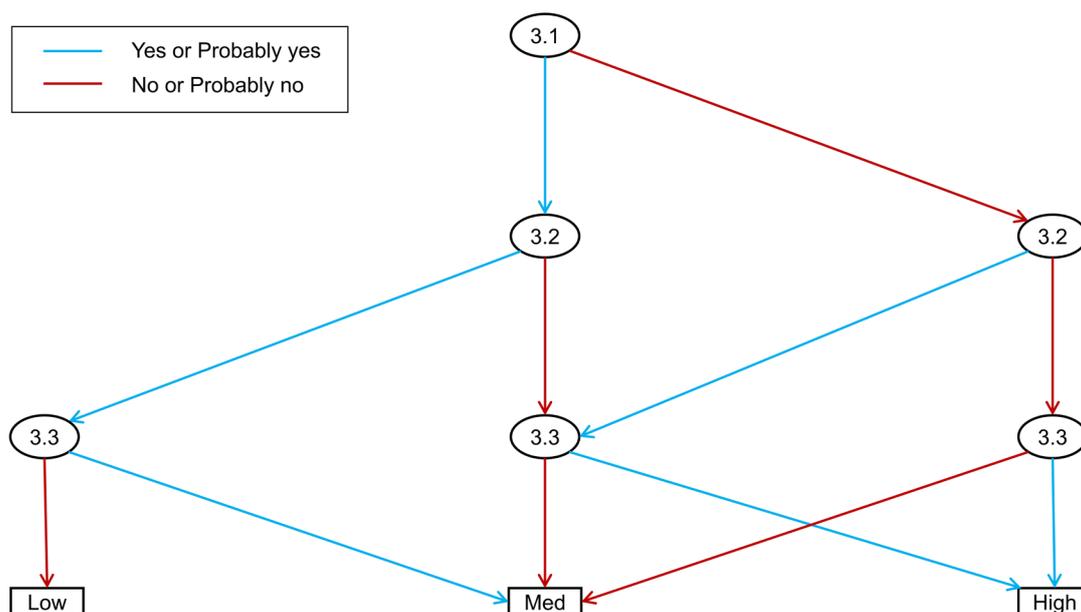
#### Answering the signalling questions

Please answer the signalling questions in **Table 3** and record your responses.

**Table 3.** Signalling questions for bias in classification of intervention or exposure.

Category	Signalling questions	Answer (tick one applies)
<b>GENERAL</b> (please answer)	3.1. Was intervention or exposure (group) clearly defined (so that readers can understand)?	Yes Probably yes Probably no No No information (No)
<b>GENERAL</b> (please answer)	3.2. Was the information used to define intervention or exposure (group) recorded at the start of the intervention or exposure?	Yes Probably yes Probably no No No information (No)
<b>GENERAL</b> (please answer)	3.3. Could classification of intervention or exposure status have been affected by knowledge or risk of the outcome?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes)
<b>OPTIONAL</b> (select 'Skip' if you skip)	3.4. What is the predicted direction of bias due to classification of intervention or exposure?	Intervention or exposure favoured Comparator favoured Towards no effect Away from no effect Unpredictable Skip

Once you have answered the signalling questions, please use the algorithm below (**Figure 3**) to finalise your judgement about risk of bias for this domain.



**Figure 3.** Algorithm for suggested judgement about risk of bias in classification of intervention or exposure.

Please record your judgement about risk of bias for this domain using **Box 3** below.

**Box 3.** Judgement about risk of bias in classification of intervention or exposure.

Low risk of bias  
 Medium risk of bias  
 High risk of bias

#### Domain 4: Bias due to deviations from intended intervention or exposure

##### Answering the signalling questions

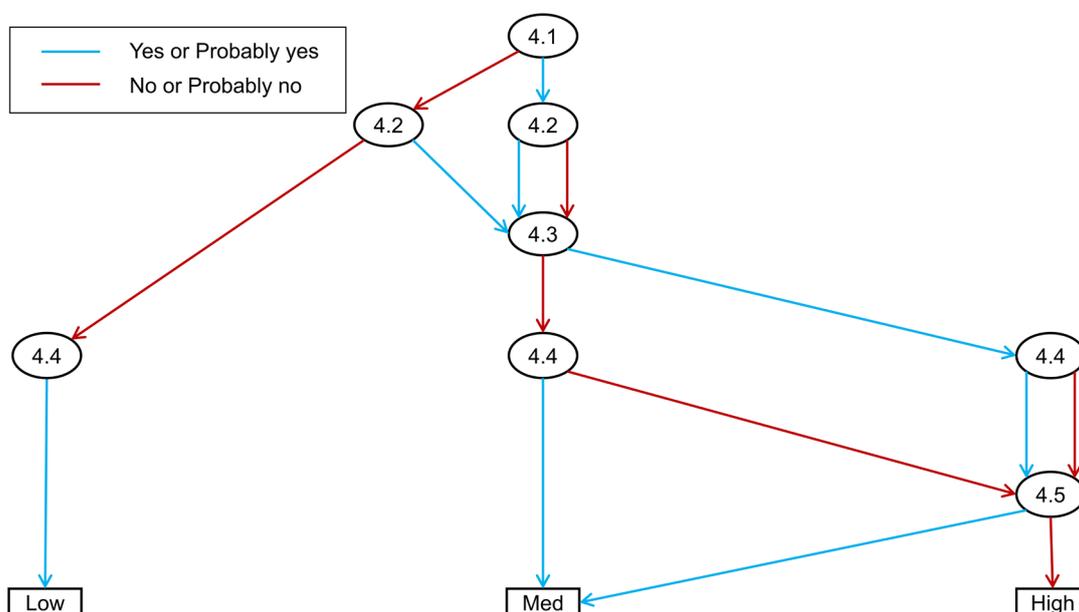
Please answer the signalling questions in **Table 4** and record your responses.

**Table 4.** Signalling questions for bias due to deviations from intended intervention or exposure.

Category	Signalling questions	Answer (tick one applies)
<b>GENERAL</b> (please answer)	4.1. Were there any deviations from the intended intervention or exposure?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes)
<b>GENERAL</b> (please answer)	4.2. Was there any alteration of intervention or exposure status caused by subjects or areas (e.g. subjects did not adhere to the assigned intervention)?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes)
<b>CONDITIONAL</b> (answer if Y/PY/NI to 4.1 or 4.2, otherwise select 'Not applicable')	4.3. Were these deviations from the intended intervention or exposure or alteration of intervention or exposure status (e.g. non-adherence) unbalanced between groups and likely to have affected the outcome?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes) Not applicable
<b>GENERAL</b> (please answer)	4.4. Was the intervention or exposure implemented successfully for most subjects or areas?	Yes Probably yes Probably no

		No No information (No)
<b>CONDITIONAL</b> (answer if Y/PY/NI to 4.3 and/or N/PN/NI to 4.4 otherwise select 'Not applicable')	4.5. Was an appropriate analysis used to estimate the effectiveness of the intervention or the impact of the exposure?	Yes Probably yes Probably no No No information (No) Not applicable
<b>OPTIONAL</b> (select 'Skip' if you skip)	4.6. What is the predicted direction of bias due to deviations from the intended intervention or exposure?	Intervention or exposure favoured Comparator favoured Towards no effect Away from no effect Unpredictable Skip

Once you have answered the signalling questions, please use the algorithm below (**Figure 4**) to finalise your judgement about risk of bias for this domain.



**Figure 4.** Algorithm for suggested judgement about risk of bias due to deviations from intended intervention or exposure.

Please record your judgement about risk of bias for this domain using **Box 4** below.

**Box 4.** Judgement about risk of bias due to deviations from intended intervention or exposure.

Low risk of bias  
Medium risk of bias  
High risk of bias

#### Domain 5: Bias due to missing data

##### Answering the signalling questions

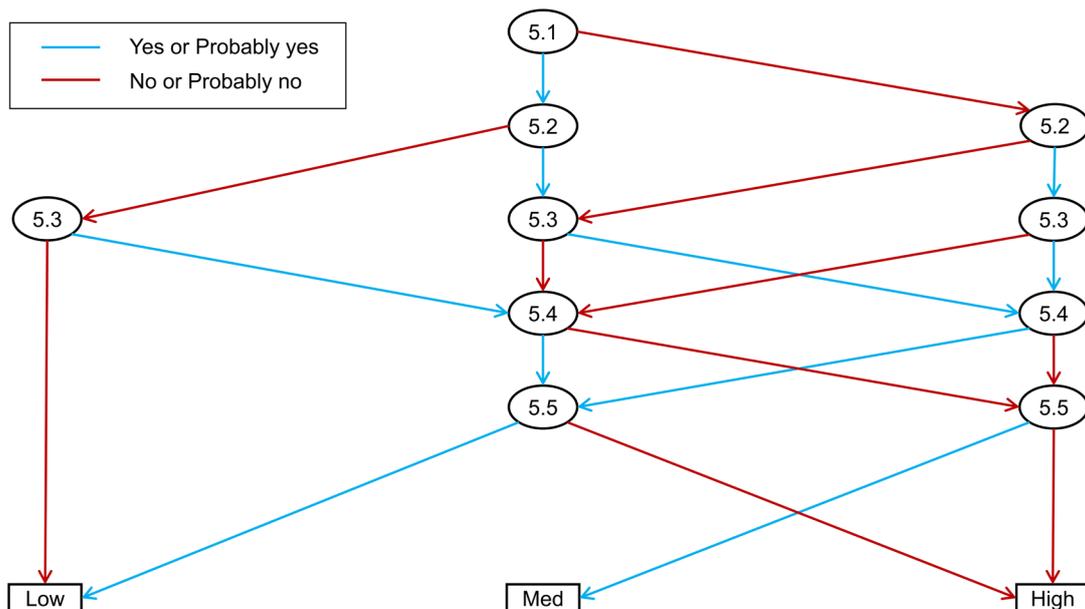
Please answer the signalling questions in **Table 5** and record your responses.

**Table 5.** Signalling questions for bias due to missing data.

Category	Signalling questions	Answer (tick one applies)
----------	----------------------	---------------------------

<b>GENERAL</b> (please answer)	5.1. Were outcome data available for all, or nearly all, subjects or areas that were included in the study?	Yes Probably yes Probably no No No information (No)
<b>GENERAL</b> (please answer)	5.2. Were subjects or areas excluded due to missing data on intervention or exposure status?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes)
<b>GENERAL</b> (please answer)	5.3. Were subjects or areas excluded due to missing data on other variables needed for the analysis?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes)
<b>CONDITIONAL</b> (answer whichever suitable if PN/N/NI to 5.1, or Y/PY/NI to 5.2 or 5.3, otherwise select 'Not applicable')	5.4. Are the proportion of subjects or areas and reasons for missing data similar across groups? OR Are subjects or areas still representative of the inference population?	Yes Probably yes Probably no No No information (No) Not applicable
<b>CONDITIONAL</b> (answer if PN/N/NI to 5.1, or Y/PY/NI to 5.2 or 5.3, otherwise select 'Not applicable')	5.5. Is there evidence that results were robust to the presence of missing data?	Yes Probably yes Probably no No No information (No) Not applicable
<b>OPTIONAL</b> (select 'Skip' if you skip)	5.6. What is the predicted direction of bias due to missing data?	Intervention or exposure favoured Comparator favoured Towards no effect Away from no effect Unpredictable Skip

Once you have answered the signalling questions, please use the algorithm below (**Figure 5**) to finalise your judgement about risk of bias for this domain.



**Figure 5.** Algorithm for suggested judgement about risk of bias due to missing data.

Please record your judgement about risk of bias for this domain using **Box 5** below.

**Box 5.** Judgement about risk of bias due to missing data.

Low risk of bias Medium risk of bias High risk of bias
--

**Domain 6: Bias in measurement of outcomes**

**Answering the signalling questions**

Please answer the signalling questions in **Table 6** and record your responses.

**Table 6.** Signalling questions for bias in measurement of outcomes.

Category	Signalling questions	Answer (tick one applies)
<b>GENERAL</b> (please answer)	6.1. Was there any way for the outcome measure to be influenced by knowledge of the intervention, exposure, subjects or areas (e.g. data collectors, who measured the outcome, were aware of the details of the study)?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes)
<b>GENERAL</b> (please answer)	6.2. Were outcome assessors, who assessed the effectiveness of the intervention or the impact of the exposure, aware of the intervention or exposure received by subjects or areas?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes)
<b>GENERAL</b> (please answer)	6.3. Were the methods of outcome assessment same across groups?	Yes Probably yes Probably no No No information (No)
<b>GENERAL</b> (please answer)	6.4. By looking at the available materials for this study, were any systematic errors in measurement of the outcome related to the intervention or exposure received by the subjects or areas?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes)
<b>OPTIONAL</b> (select 'Skip' if you skip)	6.5. What is the predicted direction of bias due to measurement of outcomes?	Intervention or exposure favoured Comparator favoured

		Towards no effect Away from no effect Unpredictable Skip
--	--	---

Once you have answered the signalling questions, please use the algorithm below (Figure 6) to finalise your judgement about risk of bias for this domain.

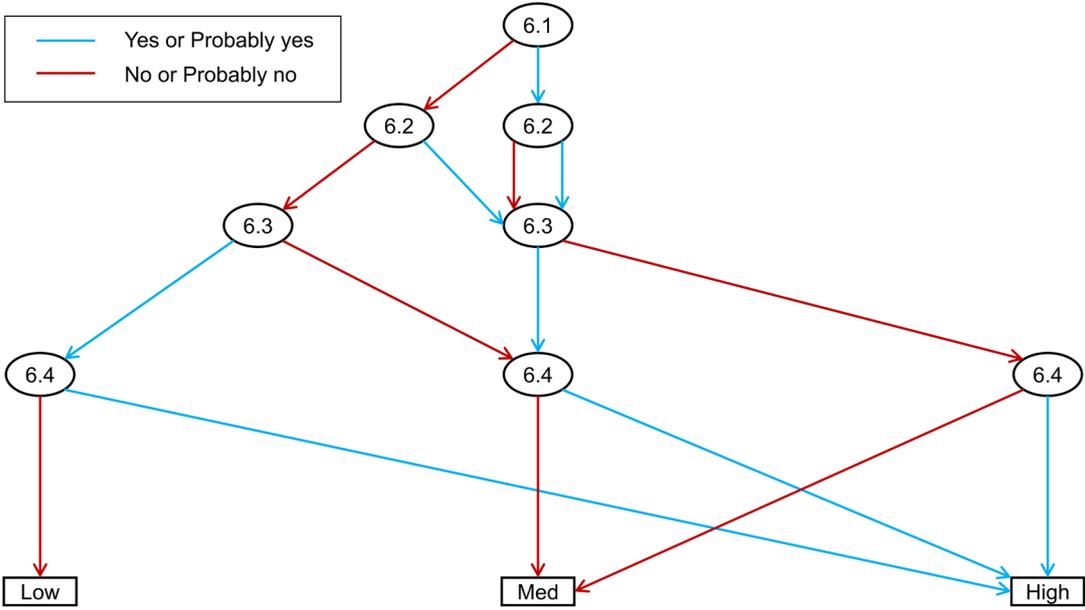


Figure 6. Algorithm for suggested judgement about risk of bias in measurement of outcomes.

Please record your judgement about risk of bias for this domain using Box 6 below.

Box 6. Judgement about risk of bias in measurement of outcomes.

Low risk of bias Medium risk of bias High risk of bias
--

**Domain 7: Bias in selection of the reported results**

**Answering the signalling questions**

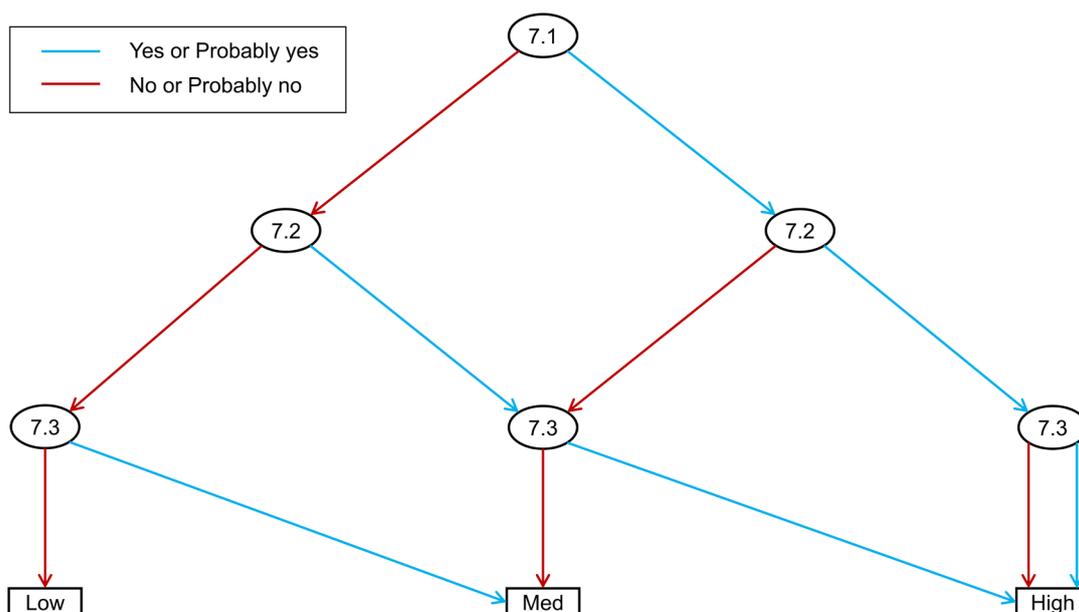
Please answer the signalling questions in Table 7 and record your responses.

Table 7. Signalling questions for bias in selection of the reported results.

Category	Signalling questions	Answer (tick one applies)
<b>GENERAL</b> (please answer)	7.1. Is the reported effect estimate likely to be based on selected measurements of the outcome?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes)
<b>GENERAL</b> (please answer)	7.2. Is the reported effect estimate likely to be based on selected analyses of the intervention-outcome or exposure-outcome relationship?	Yes Probably yes Probably no No No information (Yes)
<b>GENERAL</b> (please answer)	7.3. Is the reported effect estimate likely to be based on selected subgroups?	Yes Probably yes Probably no No

		No information (Yes)
<b>OPTIONAL</b> (select 'Skip' if you skip)	7.4. What is the predicted direction of bias due to selection of the reported result?	Intervention or exposure favoured Comparator favoured Towards no effect Away from no effect Unpredictable Skip

Once you have answered the signalling questions, please use the algorithm below (**Figure 7**) to finalise your judgement about risk of bias for this domain.



**Figure 7.** Algorithm for suggested judgement about risk of bias in selection of the reported results.

Please record your judgement about risk of bias for this domain using **Box 7** below.

**Box 7.** Judgement about risk of bias in selection of the reported results.

Low risk of bias Medium risk of bias High risk of bias
--

### Making an overall judgement about risk of bias for the study result

Once you have judged risk of bias for all domains, please make an overall judgement about risk of bias for this study result using **Box 8** below.

**Box 8.** Overall judgement about risk of bias for the study result.

Overall low risk of bias: a study is considered to have low risk of bias for all domains for this result Overall medium risk of bias: a study is considered to have medium risk of bias in at least one domain, but not to have high risk of bias for any domain for this result Overall high risk of bias: a study is considered to have high risk of bias in at least one domain for this result
--