



FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“PRINCIPALES ENFERMEDADES CAUSADAS POR EL
CONSUMO DIRECTO DE AGUAS RESIDUALES”

Trabajo de Investigación para optar el grado académico de:
Bachiller en Ingeniería Ambiental

Presentado por:

Estephany Andrea Moreno Hundskopf: (0000-0002-6194-4940)

Asesor:

Fernando Chávez Zegarra: (0000-0002-2606-6556)

Lima – Perú

2020



RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N°260-2020-DACIA-DAFCA-CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES / CARRERA DE INGENIERIA AMBIENTAL

Lima 26 de noviembre de 2020

VISTO:

La revisión realizada y la aprobación de Trabajo de Investigación titulado: **Principales enfermedades causadas por el consumo directo de aguas residuales**, presentado por:

- **Estephany Andrea Moreno Hundskopf**

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el grado de Bachiller de **Ingeniería Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el trabajo de investigación titulado: **Principales enfermedades causadas por el consumo directo de aguas residuales** con N° de registro de la carrera: **098-FCA-IAM**.

Nombrar al docente/colaborador **Fernando Chávez Zegarra** como asesor de dicho trabajo de investigación.

Regístrese, comuníquese y archívese,

Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico de Carrera
Ingeniería Ambiental

T// (51) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

RESUMEN

En este trabajo se identificaron las principales enfermedades adquiridas por el consumo de aguas residuales que afectan a la población. Para ello, se obtuvo la información de diversas fuentes y los principales temas que se explican en este trabajo son tres: En primer lugar, se toma como énfasis a las aguas residuales de tipo domésticas en donde se explica cuál es su definición, sus orígenes y los principales contaminantes en el agua. Luego, se explican los principales factores que influyen en la transmisión de estas enfermedades y en donde también se mencionan siete tipos de virus y cinco tipos de bacterias presentes en las aguas servidas, que tienen contacto con la población por ingerir alimentos y aguas contaminadas. Por último, se mencionan las cuatro principales enfermedades siendo las de cólera, fiebre tifoidea, hepatitis A, hepatitis E y diarrea aguda. En cada enfermedad se indican las tasas de mortalidad y natalidad a nivel mundial y en el Perú, la población más afectada, y si existe tratamiento en la actualidad de cada enfermedad. Además, se menciona que la principal población afectada a nivel general es la rural, pues al no tener los recursos económicos o la ayuda necesaria por parte de las autoridades consumen el agua directamente de los ríos que, en la mayoría de los casos, están contaminados con aguas servidas por un deficiente sistema de saneamiento y agua potable.

Palabras clave: Aguas servidas, enfermedades, riesgo, agua potable, saneamiento, agentes patógenos, población y salud.

ABSTRACT

This work identified the principal diseases acquired by the consumption of wastewater affecting the population. For this, the information was obtained from various sources, and the main topics explained in this work are three: First, the emphasis is on domestic wastewater where it explains what its definition, origins and the main pollutants in the water. Next, the main factors influencing the transmission of these diseases are then explained, also mentioning seven types of viruses and five types of bacteria present in sewage that encounter with the population by eating food and contaminated water. Finally, the four principal diseases are mentioned as cholera, typhoid fever, hepatitis A, hepatitis E and watery diarrhea. In each illness indicates the death and birth rates that are reported globally and in Peru, the most affected population and if there is treatment today. Besides, it was mentioned that the main inhabitants affected at a general level is the rural inhabitants because they do not have the necessary economic resources or the necessary help, they consume the water directly from the rivers that, in most cases, are contaminated with wastewater from a deficient sanitation and drinking water system

Keywords: Wastewater, diseases, risk, drinking water, sanitation, pathogens agents, population, and health.

REVISIÓN TEÓRICA

El consumo de aguas servidas representa un gran peligro para la salud de las personas, en este caso, el factor principal de riesgo es el consumo de aguas contaminadas con heces que contiene diversos agentes patógenos que ocasionan diversas enfermedades, que si estas no se controlan de manera correcta pueden ocasionar la muerte, especialmente a las poblaciones más vulnerables como niños, ancianos y mujeres embarazadas. En el caso de las zonas rurales, la exposición a este tipo de enfermedades es mayor, ya que muchas de estas zonas no tienen acceso a hospitales y si los hay, no tienen los medicamentos necesarios para controlar este tipo de enfermedades.

Por otro lado, un factor que ocasiona que los pobladores consuman aguas contaminadas es brindar un inaccesible precio al servicio del agua potable, pues en muchos casos los pobladores de zonas rurales no tienen los suficientes recursos económicos para tener una conexión domiciliaria en sus viviendas y si las hay solo tienen acceso al agua potable por una cantidad determinada de horas. En consecuencia, los pobladores prefieren consumir el agua directamente de los cuerpos de agua, que, por sus características, pueden ser perjudiciales para la salud (Estrada et al., 2016).

A continuación, se presentarán las características principales de las aguas domésticas señalando sus principales fuentes y contaminantes, y se explicarán las principales enfermedades junto con la población más vulnerable por el consumo directo de estas.

1. Aguas Residuales Domésticas

Para comenzar, las aguas servidas se definen como aquellas aguas que provienen de áreas residenciales, áreas comerciales como las instituciones y zonas recreativas, cuyos usos principales son doméstico, higiene y limpieza en general (Barba, 2002).

Las aguas servidas tienen diversos orígenes, los cuales generan una serie de contaminantes que al llegar a la fuente de agua pueden ser tóxicos para las personas y el ambiente. A continuación, en la Tabla N°1 se presentan las diversas procedencias de las aguas servidas, y respectivamente los principales contaminantes.

Tabla N°1: Origen de las aguas servidas y principales contaminantes

Origen	Principales contaminantes
Aguas domésticas	Sólidos, sales, grasas y materia orgánica
Aguas para limpieza	Nutrientes y detergentes
Aguas para higiene	Jabón, gel y champú.
Aguas con desechos del cuerpo humano	Nutrientes, materia orgánica, sólidos, organismos patógenos y sales.

Fuente: (Alianza por el Agua & Centro de las nuevas tecnologías del agua, 2008)

2. Factores que intervienen en la transmisión de enfermedades

León, G. (1995) indica que en el agua existen varios agentes biológicos como bacterias, virus y protozoos que pueden ser dañinos o no para la salud de las personas, los agentes que no generan grandes problemas a la salud de las personas y pueden ser mitigados fácilmente, se caracterizan por ser de riesgo potencial y los que si generan serios problemas a la salud se conocen como riesgos reales. Además, es posible que los riesgos potenciales puedan transformarse en riesgos reales, para ello dependen de diversos factores los cuales son:

- Cantidad de excretas
- Infección del huésped
- Contacto del ser humano con la dosis de infección
- Presencia de alguna enfermedad

Además, el riesgo a la salud de las personas puede incrementarse según el tipo de características del agente patógeno las cuales son (Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2016):

- Adherencia de los agentes patógenos al ambiente
- Período largo de latencia o etapa de desarrollo de los patógenos
- Baja dosis de infección

- Baja inmunidad del huésped
- Pueden llegar a transmitir por diversas vías como agua, alimentos y los malos hábitos de higiene personal de las personas.

En este sentido, en las aguas servidas se encuentran diversas cantidades de bacterias que pueden ser perjudiciales para la salud de las personas y las principales son:

a. *Shigellae dysenteriae*

Esta bacteria es la responsable de causar la enfermedad conocida como disentería o diarrea sangrante que se caracteriza por ocasionar fiebres altas, retorcijones, convulsiones, etc. Esta enfermedad puede ocasionar epidemias de gran magnitud y tiene una alta probabilidad de ocasionar la muerte (Mondaca & Campos, 2003).

b. *Salmonella typhi*

Es la bacteria que causa la enfermedad llamada fiebre tifoidea en el cual entre los principales síntomas están el dolor de cabeza, fiebre, malestar, anorexia, dolor abdominal, diarrea o estreñimiento. Se adquiere por medio del consumo de alimentos o agua que han sido contaminados por heces de una persona infectada (Ministerio de Agricultura, 2017).

c. *Vibrio cholerae*

Es la bacteria que produce la enfermedad conocida como cólera y se transmite por vía fecal-oral. El cólera se caracteriza por aparecer de forma repentina y sin dolor con diarrea acuosa y puede causar vómitos, en algunos casos esta enfermedad es mortal si la pérdida de líquidos en el cuerpo es elevada (College of Veterinary Medicine, 2013).

d. *Escherichia coli*

Es una bacteria que se adquiere ingiriendo alimentos y bebiendo agua contaminada, el cual los niños y los ancianos están más propensos a desarrollar complicaciones. Los principales síntomas son diarrea, y vómitos y dolores abdominales severos. Además, en niños con menos de 5 años la infección puede llegar a causar el síndrome hemolítico urémico (HUS) que se caracteriza por ocasionar problemas renales y destruir los glóbulos rojos (Boston Public Health Commission, 2019).

e. *Leptospira interrogans*

Esta bacteria es la responsable de provocar la Leptospirosis que se propaga a través de la orina de animales infectados tales como roedores, perros, cerdos, vacas, etc. El periodo de incubación es en un promedio de 2 a 20 días y la enfermedad suele producirse 5 a 14 días después de la exposición. Los principales síntomas de esta enfermedad son fiebre, dolor de cabeza, náuseas, diarrea y sarpullido (Zunino M & Pizarro P, 2007).

Por otra parte, también existen agentes infecciosos conocidos como virus que se encuentran en el agua, los principales son:

a. Enterovirus

Estos virus ARN pertenecen a la familia *Picornaviridae* que son conocidos por provocar infecciones agudas en el sistema nervioso como meningitis y encefalitis, también puede llegar a afectar al sistema cardiovascular como pericarditis, miocarditis y cardiomiopatías (Espinosa-García et al., 2004). Además, la ruta de este virus es vía fecal-oral que se da por ingerir agua y alimentos contaminados. En algunos casos las infecciones pueden ser graves o mortales especialmente a recién nacidos.

b. Adenovirus humanos

Es un virus ADN que pertenece a la familia *Adenoviridae* que provoca diversas enfermedades en el sistema respiratorio, gastroenteritis, conjuntivitis, cistitis, hepatitis y exantema. Este virus es transmitido por contacto directo, por vía fecal, por vía inhalatoria y en aguas estancadas (Bernaola & Luque, 2001).

c. Parechovirus humano

Son virus ARN altamente resistentes a las condiciones ambientales que pertenecen a la familia *Picornaviridae* (Martín del Valle et al., 2018). Los principales síntomas e infecciones causadas por estos virus son fiebre, gastroenteritis, meningitis o encefalitis que afecta principalmente a los niños menores a los 2 meses de edad. Estos virus se transmiten principalmente por vía fecal-oral o por contacto directo con una fuente de agua (Reina & Dueñas, 2019).

d. Virus de la hepatitis A (VHA)

Pertenece a la familia *Picornaviridae* el cuál la infección por este virus provoca la enfermedad de la hepatitis viral aguda, en el caso de los niños usualmente no se presentan síntomas de esta enfermedad y en los adultos uno de los principales síntomas es la falla hepática fulminante. La transmisión de este virus se da por el consumo de agua y por ingerir alimentos contaminados con desechos fecales que han sido infectados con este virus (Restrepo & Toro, 2011).

e. Virus de la hepatitis E (VHE)

Forma parte de la familia *Hepeviridae* y es el virus responsable de provocar la infección llamada Hepatitis E; los principales síntomas son la presencia de una pigmentación amarillenta en la piel, malestar general, pérdida de apetito, náuseas, diarreas, entre otras. Esta infección se transmite por vía fecal-oral a través de las aguas contaminadas, la mayoría de los casos es por aguas residuales sin tratar que tienen contacto con el agua potable, y si se utilizan estas aguas para la preparación de comidas puede causar brotes de hepatitis E afectando a la salud de la población (Crespo & Rivero, 2008).

f. Rotavirus

Este virus pertenece a la familia *Reoviridae* se caracteriza por tener 6 tipos que son del A al F, en el cual el A es el más conocido por ser el rotavirus humano, el principal síntoma de estos virus es la diarrea y el período de la eliminación de las partículas virales mediante las heces es a partir de las 48 horas. Estos virus se transmiten vía fecal- oral y están presentes en aguas residuales, efluentes, en agua de río, sedimentos y bivalvos (Espigares, 2006).

g. SARS-CoV-2

Este virus forma parte de la familia *Coronaviridae* causante de la enfermedad conocida como COVID-19 (Díaz & Toro, 2020). Existen estudios actuales que comprueban la presencia de este virus en la heces de las personas infectadas con esta enfermedad llegando a tener contacto con las aguas residuales, y se sospecha la posibilidad de transmitir este virus por vía fecal-oral; sin embargo, se requieren de mayor cantidad de estudios para poder determinar con certeza esta teoría

(Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento, 2020; Bosch et al., 2020). Los principales síntomas pueden aparecer entre los 2 y 14 días después de haber tenido contacto con el virus siendo fiebre, tos, dolor de cabeza, dolor de garganta e incluso dificultades para respirar (Rodríguez et al., 2020).

También podemos encontrar a los parásitos los cuales al tener contacto directo con las personas pueden llegar a representar un riesgo para su salud, dentro de este grupo encontramos a los protozoarios y helmintos que son los agentes más comunes que provocan infecciones y enfermedades a los seres humanos e incluso a los animales. Cabe mencionar que estos agentes patógenos son muy comunes en el agua por su tiempo de permanencia, ya que producen huevos que son muy difíciles de eliminar por ser resistentes a los procesos de desinfección y filtración en el tratamiento de las aguas (Mamani, 2012).

a. Protozoarios

Son organismos unicelulares que se caracterizan por permanecer en el agua por un largo tiempo en condiciones desfavorables, en su forma infectiva tienden a ser muy resistentes a los procesos de tratamiento de agua como la desinfección y la principal vía de transmisión de estos agentes es por vía fecal-oral, por el consumo directo de aguas contaminadas con material fecal y por el consumo de alimentos que son lavados con aguas sin un debido tratamiento previo. Además, los principales protozoarios que se encuentran en el agua para consumo humano y pueden llegar a ser de alto riesgo para la salud de la población son las especies *Cryptosporidium sp.* y *Giardia sp.* que pueden llegar a provocar las enfermedades conocidas como criptosporidiosis diarreica y giardiasis respectivamente (Mora et al., 2010; Solarte et al., 2006).

b. Helmintos

Son organismos pluricelulares que poseen estadios de vida los cuales pueden ser adultos, huevos o larvas; los huevos son el estadio más importante debido que son los que se encuentran en mayor cantidad en el agua, que si llegan a tener contacto con las personas, puede llegar a provocar infecciones intestinales con una alta probabilidad de muerte (Tay & Sánchez, 2002). Asimismo,

se caracterizan por tener una alta resistencia a la temperatura, humedad y pH e incluso al proceso de desinfección en el tratamiento de agua y la vía de transmisión de estos helmintos es fecal-oral. Los huevos de los helmintos son utilizados como indicadores de contaminación fecal en las aguas pues se ha detectado la presencia de estos parásitos en las aguas residuales y biosólidos provenientes de las depuradoras (Campos et al., 2018). La población más vulnerable son principalmente las que no poseen buenas condiciones socioeconómicas y sanitarias incrementando el riesgo de enfermedades por la ingestión directa de aguas contaminadas.

3. Principales enfermedades por el consumo de aguas residuales

En el año 2015 alrededor del 71% de la población en el mundo utilizan un servicio seguro de agua potable sin ningún tipo de contaminación y disponible durante todo el día. El 29% del resto de la población no tiene acceso a agua potable por lo que se abastecen de agua contaminada con excrementos producto de las aguas residuales domésticas sin tratar, ya que estas aguas desembocan en los cuerpos de aguas superficiales.

En el Perú, en el ámbito urbano hasta la fecha se tiene un total del 94% de viviendas que cuentan con acceso al agua en potable y en el ámbito rural cubre un 59% evidenciando que deben tener como prioridad brindar mayor acceso a las poblaciones en zonas rurales; con respecto al sistema de alcantarillado en el país se tiene una cobertura total del 76.8%, en donde el ámbito urbano tiene un 90.2% de cobertura y en el ámbito rural solo el 29% posee un sistema de alcantarillado. Además, solo el 78.6% de todas las aguas residuales de los desagües son llevadas a una planta de tratamiento de aguas residuales (Yañez, 2019).

El agua contaminada y el saneamiento ineficiente generan un gran peligro para la salud de todas las personas generando diversas enfermedades como en el caso de las diarreas en donde se estima que provoca más de 842000 muertes al año (Organización Mundial de la Salud (OMS), 2019). Las principales enfermedades provocadas por el consumo de aguas contaminadas son:

3.1. Cólera

Esta enfermedad es considerada en la clasificación de portadora o transportada por el agua mediante el mecanismo de la contaminación fecal (Cabezas, 2018). Actualmente, en las comunidades rurales aún se siguen dando brotes de cólera principalmente por un inadecuado o ausente suministro de agua potable y saneamiento. Además, los brotes de esta enfermedad también se dan en zonas donde las condiciones ambientales básicas han sido destruidas o afectadas por conflictos sociales o por desastres naturales antrópicos siendo factores que pueden aumentar el riesgo de la epidemia.

El cólera ha estado presente desde hace muchos años como en el caso de Haití el cual en el año 2010 se inició la epidemia del cólera con una morbilidad de 56% de toda la población en un tiempo de 3 meses siendo un total de 179 379 casos con un 2,2% de muertes. Esto se debió que al ser un país pobre tenía un alto riesgo de que ocurra este tipo de epidemia y la principal causa es que en Haití tienen un acceso limitado al agua potable y saneamiento (OMS, 2017). En el caso de República Dominicana, en el mismo año del brote de Haití, se registraron 31090 casos sospechosos de cólera y un total de 458 muertes. En el año 2013, en Cuba se registraron 678 casos de cólera y 3 muertes. En Perú en el año 1991 siendo el primer brote de cólera en el país se registraron un total de 322 562 casos y alrededor de 3000 muertes (Ministerio de Salud (MINSA), 2017).

Además, en la última década no se han registrado casos de cólera, sin embargo, el acceso a agua potable y saneamiento todavía es escaso siendo un gran riesgo para que ocurra otra epidemia (MINSA, 2013). Un caso muy conocido de cólera en el Perú fue en el año 1991, ocasionando la muerte de 2909 personas y con un total de 322 562 de casos de cólera en el cuál las zonas con los primeros casos de esta enfermedad diarreica fueron en Chimbote, Piura y Chancay debido que los sistemas de abastecimiento de agua potable eran deficientes y habían problemas en el funcionamiento de los procesos de tratamiento de desinfección; además, se evidenció la presencia de coliformes fecales y *Vibrio cholerae* en las conexiones intradomiciliarias de agua potable (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2002).

Los principales afectados por esta enfermedad son las personas que se encuentran principalmente en zonas rurales, a las poblaciones de bajos recursos económicos afectando a los niños o a las poblaciones que se encuentran en zonas afectadas por el fenómeno del Niño, pues al aumentar la temperatura del agua incrementa la probabilidad de la presencia de la enfermedad (Bahamonde & Stuardo, 2013).

Por otro lado, si existe un tratamiento para el cólera y es mediante la aplicación de vacunas. Actualmente, a nivel mundial se difunden por diversos medios de comunicación o mediante campañas sobre el conocimiento de esta enfermedad y se da la facilidad a toda la población para el acceso a las vacunas especialmente a las zonas rurales (OMS, 2019).

3.2. Fiebre Tifoidea

Esta enfermedad también está considerada dentro de las enfermedades portadas o transportadas por el agua mediante la contaminación fecal (Cabezas, 2018). Esta enfermedad es más común en los países subdesarrollados debido a que no poseen buenas condiciones de saneamiento y agua potable. En el año 2018 la OMS estimó que a nivel mundial un promedio entre 11 a 20 millones de personas que contraen esta enfermedad y de estas 128 000 a 161 000 personas mueren.

En España, los casos de tifoidea han estado incrementando durante la última década con un 0.12 a 0.14% de morbilidad por cada 100 000 habitantes y cada año se reporta un promedio de 50 casos de tifoidea (Comité Asesor de Vacunas, 2018). En América se estima que la morbilidad es del 10% y un 0.07% de la tasa de mortalidad por cada 100 000 habitantes en ambos casos, el cual del 1% al 4% son por muertes a pacientes que recibieron un tratamiento adecuado y del 10% al 20% son de casos de personas que no recibieron ningún tipo de tratamiento (MINSA, 2018). En el Perú, la fiebre tifoidea es endémica y se origina principalmente por un deficiente o ausencia de saneamiento ambiental y es considerada como una de las seis enfermedades más importantes en el país con una incidencia del 40 a 60 casos al año por cada 100 000 habitantes de zonas pobres y en adultos jóvenes existe un promedio de 300 a 500 casos en donde el 35% son niños menores de 14 años y el 65% de adultos de 58 a 79 años (Bada & Raymundo, 2018).

Los principales afectados son las comunidades pobres o personas que son vulnerables a cualquier enfermedad. También los niños son los más afectados por esta enfermedad principalmente los que se encuentran en las edades entre los 5 a 15 años. En el caso del tratamiento, con el paso de los años se han ido mejorando los métodos en donde se utilizan dos tipos de vacunas según las edades, están las inyectables que se administran a niños mayores de 2 años y las vacunas en cápsulas que se administran por vía oral a niños mayores a los 5 años (OMS, 2018).

3.3. Hepatitis A

Este tipo de enfermedad se presenta principalmente por la falta de higiene o por tener malas infraestructuras sanitarias, esta enfermedad puede llegar a ser de moderada a grave dependiendo de la edad de la persona que adquiere esta infección (Arteaga et al., 2012). La hepatitis A se caracteriza por presentarse esporádicamente a nivel mundial, la cual se puede prolongar por muchos meses en la población afectada. Además, la enfermedad puede llegar a ocasionar problemas económicos y sociales en las comunidades afectadas debido que el tiempo de recuperación puede llegar a tardar meses (OMS, 2019).

En Argentina, se estimó un total de 82 casos de hepatitis A en el año 2018 siendo menor en comparación con otros años debido a que se tomaron medidas para mitigar las cifras como la implementación de vacunas en el país y la mejora de los sistemas de saneamiento. Se calcula que la tasa de morbilidad es de 0.04 a 0.18 por cada 100 000 habitantes por año. Con respecto a los casos de hepatitis A según las edades se observó que los más afectados son las personas menores de 20 años y con respecto al análisis por género el sexo masculino presenta más casos con un 64% siendo los años 2014, 2017 y 2018 los de mayor número de casos (Organización Panamericana de la Salud, 2018). En el caso de Colombia en el año 2019 los casos de hepatitis A incrementaron a 1.81 a diferencia del promedio de años anteriores, siendo mayores los casos en adolescentes y jóvenes de 10 a 24 años, en el caso de los niños los casos disminuyeron gracias a la implementación de vacunas (Instituto Nacional de Salud, 2019). En el Perú, según un estudio que se hizo en diversas provincias del país se identificó que los lugares con pobreza extrema

tienen mayor cantidad de casos siendo un 64.6% debido a que no tienen acceso a agua potable y el sistema de saneamiento es escaso (Cabezas, 2018).

Los principales afectados por esta enfermedad son los niños que viven en zonas con un mal sistema de saneamiento y ausencia de higiene, zonas con malas condiciones sanitarias y lugares de pobreza extrema (Arteaga et al., 2012).

Con respecto al tratamiento, mundialmente si existen vacunas para evitar esta enfermedad como en el caso del Perú y no existe una medicación exacta para esta enfermedad, pues depende del tipo de caso (MINSA, 2013).

3.4. Diarrea aguda

Este tipo de enfermedad es común debido que aparece de manera contagiosa y repentina en todo el mundo (OMS, 2017). Actualmente, se estima que las enfermedades diarreicas agudas (EDAS) causan la muerte de 760 000 millones de niños por año, siendo considerada como la segunda enfermedad con mayor porcentaje de mortalidad de niños menores a cinco años (MINSA, 2017).

En Argentina, durante el año 2000 los casos de diarreas llegaron a perjudicar 18% de la población menor de 6 años y en las provincias llegó a afectar al 50% de toda la población. Esto debido que principalmente las provincias tienen una población con bajos recursos económicos y en el lugar hay malas condiciones sanitarias siendo los niños la población más susceptible a esta enfermedad (Ministerio de Salud de la Nación, 2011).

En el Perú, en el año 2017 se han evidenciado 67086 casos de diarrea aguda en el cual el 29 % son casos de niños menores de cuatro años y el 11% son niños menores a un año. Incluso se evidencia que el mayor porcentaje de casos de EDAS están en el área rural (MINSA, 2017).

La población que corre mayor riesgo son las que tienen escasos de agua potable, deficiencia en el sistema de saneamiento, niños menores de un año, zonas con pobreza extrema y falta de higiene personal (Ministerio de Salud de la Nación, 2011).

Con respecto al tratamiento, las diarreas agudas no tienen vacunas debido que esta enfermedad puede ser un síntoma de otras enfermedades, sin embargo, si existe tratamiento para la deshidratación como la aplicación de suero (Gonzales et al., 2011).

Por último, la presencia de aguas residuales se debe principalmente al incremento de las industrias y de la población en todo el mundo, entre los principales contaminantes que están presentes en este tipo de aguas son los agentes patógenos, fósforo, nitrógeno, hidrocarburos, metales pesados, materia orgánica y sustancias hormonales. Sin embargo, los más riesgosos para la salud de las personas son los desechos humanos y los de animales, pues contiene una gran cantidad de microorganismos que causan enfermedades.

Es por lo que se deben tomar medidas para tratar estas aguas, esto se realiza mediante diversas tecnologías de tratamiento de aguas con el fin de ofrecer un buen servicio de agua potable a la población y también debe existir un sistema de alcantarillado eficiente con el fin de que las aguas residuales no tengan contacto con los cuerpos de agua.

CONCLUSIONES

Para finalizar, según las enfermedades transmitidas por el consumo directo de aguas residuales presentadas en esta investigación, la enfermedad que presenta un mayor riesgo para la población es la diarrea aguda, la población más afectada son los niños menores a 5 años pues es considerada como la segunda enfermedad que genera una mayor tasa de mortalidad en el país. Además, las malas condiciones de saneamiento y la falta de acceso al agua potable son un factor importante para la transmisión de estas enfermedades, pues son transmitidas por el consumo de aguas residuales. También influyen los centros de salud con respecto al riesgo de las enfermedades, en la actualidad si existen tratamientos para estas enfermedades. La población más afectada a nivel general es la rural, debido que no poseen los recursos económicos necesarios o un apoyo por parte de las autoridades para tener las condiciones aptas de saneamiento y agua potable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alianza por el Agua, & Centro de las nuevas tecnologías del agua. (2008). *Manual de depuración de aguas residuales urbanas* (Ideasamares). Secretariado Alianza por el Agua/ Ecología y Desarrollo. <http://alianzaporelagua.org/documentos/MONOGRAFICO3.pdf>
- Arteaga, A., García, F., García, A., Martín, J., Rodríguez, J., San Román, J., Urbiztondo, L., & Ortigosa, L. (2012). *Hepatitis A: Epidemiología y estrategias de intervención*. Undergraf.
- Asociación Española de Abastecimientos de Agua y Saneamiento. (2020). *COVID-19: Agua y saneamiento*. Aeas. <https://www.esamur.com/public/file/COVID19AEAS3abril2020.pdf>
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas*. ANA. https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/manual_de_buenas_practicas_para_el_uso_seguro_y_productivo_de_las_aguas_residuales_domesticas.pdf
- Bada, C., & Raymundo, E. (2018). *Incidencia de Fiebre Tifoidea, Fiebre Paratifoidea y Fiebre de Malta en pobladores de AAHH - Villa Maria del Triunfo, año 2018*. [Universidad Norbert Wiener]. <http://repositorio.uwiener.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1562/TITULO%20-%20Raymundo%20Padua%2C%20Elizabeth%20Rafaela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bahamonde, C., & Stuardo, V. (2013). La epidemia de cólera en América Latina: Reemergencia y morbimortalidad. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 33(1), 40-46. <https://doi.org/10.1590/S1020-49892013000100006>
- Barba, L. (2002). *Conceptos básicos de la contaminación del agua y parámetros de medición* [Universidad del Valle]. <http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/e/fulltext/gestion/conceptos.pdf>
- Bernaola, G., & Luque, W. (2001). *Fisiopatología de las Infecciones por Adenovirus*. 7.

- Bosch, A., Sánchez, G., Pintó, R., & Guix, S. (2020). Vigilancia del SARS-CoV-2 en aguas residuales: Una herramienta de alerta rápida. *The Conversation*, 4.
- Boston Public Health Commission. (2019). *E. coli (Escherichia coli)*. 2.
- Cabezas, C. (2018). Enfermedades infecciosas relacionadas con el agua en el Perú. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 35(2), 309-316.
<https://doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3761>
- Campos, M. C., Beltrán, M., Fuentes, N., & Moreno, G. (2018). Huevos de helmintos como indicadores de contaminación de origen fecal en aguas de riego agrícola, biosólidos, suelos y pastos. *Biomédica*, 38(1), 42. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v38i0.3352>
- College of Veterinary Medicine. (2013). Cólera. *The center for Food Security & Public Health*, 2.
- Comité Asesor de Vacunas. (2018). *Fiebre tifoidea. Manual de vacunas en línea de la AEP* [Sitio de información]. Asociación Española de Pediatría.
<https://vacunasaep.org/documentos/manual/cap-25#8>
- Crespo Pérez, L., & Rivero Fernández, M. (2008). Hepatitis E. *Revista Española de Enfermedades Digestivas*, 100(8), 514-514.
- Díaz-Castrillón, F. J., & Toro-Montoya, A. I. (2020). SARS-CoV-2/COVID-19: El virus, la enfermedad y la pandemia. *Medicina y Laboratorio*, 24(3), 183-205.
<https://doi.org/10.36384/01232576.268>
- Espigares, M. (2006). Virus en aguas de consumo. *Higiene y Salud Ambiental*, 6, 17.
- Espinosa-García, A. C., Arias-Ortíz, C. F., & Mazari-Hiriart, M. (2004). Virus en sistemas acuáticos e implicaciones en salud pública. *Hidrobiológica*, 14(2), 166-178.
- Estrada, R., López, M. G., Vázquez, R., Sánchez, V., & Ruvalcaba, J. (2016). Conocimiento y percepción respecto al impacto de vivir cerca a canales de aguas residuales. *Journal of Negative & No Positive Results*, 4(1), 142-148.
<https://doi.org/10.19230/jonnpr.2016.1.4.1038>

- Gonzales, C., Bada, C., Rojas, R., Bernaola, G., & Chávez, C. (2011). Guía de práctica clínica sobre el diagnóstico y tratamiento de la diarrea aguda infecciosa en pediatría Perú—2011. *Revista de Gastroenterología del Perú*, 31(3), 258-277.
- Instituto Nacional de Salud. (2019). Hepatitis A. *Boletín Epidemiológico Semanal*. <https://www.ins.gov.co/Noticias/Dengue/5.%202019%20Bolet%C3%ADn%20epidemiol%C3%B3gico%20semana%207.pdf>
- León, G. (1995). Aspectos sanitarios del uso de aguas residuales. *Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente*, 10.
- Mamani, L. (2012). *Presencia de Protozoarios y Helminthos en Agua de Consumo Humano de la región Moquegua* [Tesis para optar el título de Biologo, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann]. http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/1940/104_2012_mamani_mamani_lv_faci_biologia_microbiologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Martín del Valle, F., Calvo, C., Martínez-Rienda, I., Cilla, A., Romero, M. P., Menasalvas, A. I., Reis-Iglesias, L., Roda, D., Pena, M. J., Rabella, N., Portugués de la Red, M. del M., Megías, G., Moreno-Docón, A., Otero, A., & Cabrerizo, M. (2018). Características epidemiológicas y clínicas de los lactantes hospitalizados por infecciones por parechovirus humanos. Estudio prospectivo en España. *Anales de Pediatría*, 88(2), 82-88. <https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2017.02.009>
- Ministerio de Agricultura. (2017). Salmonella enterica serovar Typhi (S. Typhi). *ACHIPIA*, 1. <https://www.achipia.gob.cl/wp-content/uploads/2018/03/Ficha-Peligro-06-Salmonella-typhi-v01.pdf>
- Ministerio de Salud. (2013). *Esquema Nacional de Salud*. http://www.minsa.gob.pa/sites/default/files/programas/esquema_de_vacunacion_revisa_do_marzo_2013.pdf
- Ministerio de Salud. (2017). El Cólera, una amenaza latente en tiempos de desastres. *Boletín Epidemiológico del Perú*, 26(8), 32.

- Ministerio de Salud. (2018). Situación epidemiológica de las enfermedades diarreicas agudas en el Perú. *Boletín Epidemiológico del Perú*, 27(41), 24.
- Ministerio de Salud de la Nación. (2011). Plan de Abordaje Integral de la Enfermedad Diarreica Aguda y Plan de Contingencia de Cólera. *Guía para el equipo de Salud*, 97.
- Ministerio de Salud del Perú. (2013). *Plan Nacional de Prevención y Respuesta frente al Cólera. Perú, 2013—2014.* MINSA.
http://www.dge.gob.pe/portal/docs/tools/colera/Plan_colera.pdf
- Mondaca, M., & Campos, V. (2003). Riesgo de enfermedades transmitidas por el agua en zonas rurales. En *Agua potable para comunidades rurales, reuso y tratamientos avanzados de aguas residuales domésticas* (pp. 155-168). Red Iberoamericana de Potabilización y Depuración de Agua.
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cd57/riesgo.pdf>
- Mora, L., Martínez, I., Figuera, L., Segura, M., & Del Valle, G. (2010). Protozoarios en aguas superficiales y muestras fecales de individuos de poblaciones rurales del municipio Montes, estado Sucre, Venezuela. *Investigación Clínica*, 51(4), 11.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2002). *Experiencia de la Epidemia del Cólera en el Perú—1991.* FAO.
<http://www.fao.org/3/ab416s/ab416s.htm>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). *Enfermedades diarreicas.* World Health Organization.
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *Fiebre tifoidea* [Sitio de información]. World Health Organization. <http://www.who.int/features/qa/typhoid-fever/es/>
- Organización Mundial de la Salud. (2019a). *Agua* [Sitio de información]. World Health Organization. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
- Organización Mundial de la Salud. (2019b). *Cólera* [Sitio de información]. World Health Organization. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cholera>

- Organización Panamericana de la Salud. (2018). *Alerta Epidemiológica: Salmonella entérica serovar Typhi haplotipo H58*. Organización Mundial de la Salud. <https://vacunasaeop.org/documentos/manual/cap-25>
- Reina, J., & Dueñas, J. (2019). Detección de parechovirus humanos en muestras respiratorias en menores de 2 meses con fiebre de origen desconocido. *Revista Española de Quimioterapia*, 32(1), 91-92.
- Restrepo Gutiérrez, J. C., & Toro Montoya, A. I. (2011). Hepatitis A. *Medicina & Laboratorio*, 17(1-2), 11-22.
- Rodriguez-Morales, A. J., Sánchez-Duque, J. A., Hernández Botero, S., Pérez-Díaz, C. E., Villamil-Gómez, W. E., Méndez, C. A., Verbanaz, S., Cimerman, S., Rodriguez-Enciso, H. D., Escalera-Antezana, J. P., Balbin-Ramon, G. J., Arteaga-Livias, K., Cvetkovic-Vega, A., Orduna, T., Savio-Larrea, E., Paniz-Mondolfi, A., & Lancovid-19. (2020). Preparación y control de la enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) en América Latina. *ACTA MEDICA PERUANA*, 37(1), 3-7. <https://doi.org/10.35663/amp.2020.371.909>
- Solarte, Y., Peña, M., & Madera, C. (2006). Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. *Colombia Médica*, 37, 10.
- Tay, J., & Sánchez, J. (2002). Características de protozoarios y helmintos capaces de causar diarrea aguda en humanos. *Revista de Facultad de Medicina*, 45(2), 8.
- Yañez, R. (2019). *Agua y Fortalecimiento del núcleo familiar como base del Desarrollo Social y Económico del Perú*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Zunino M, E., & Pizarro P, R. (2007). Leptospirosis: Puesta al día. *Revista chilena de infectología*, 24(3), 220-226. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182007000300008>