

ANA MARIA RENGIFO PANDURO



Limpieza del lago Moronacocha por estudiantes de Gestión ambiental - 2019

GUIA DE PRÁCTICAS DE GESTION AMBIENTAL I: AGUA

Ediciones AMRP

ANA MARIA RENGIFO PANDURO

GUIA DE PRÁCTICAS DE GESTION AMBIENTAL I: AGUA

Ediciones AMRP

Guía de Prácticas de Gestion Ambiental I: Agua

Ana María Rengifo Panduro

Editado por:

Ediciones AMRP

De Ana María Rengifo Panduro

Urbanización Tambo D-4

Primera Edición digital, junio 2021

ISBN: 978-612-48623-0-4

Libro disponible en Repositorio Institucional Digital de la UNAP:

<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/>

Índice

Presentación.....	I
Practica N° 1: Esquema de un proyecto de investigación.....	4
Practica N° 2: El agua un recurso natural para preservar....	15
Practica N° 3: El recurso hídrico en el Perú.....	18
Practica N° 4: Contaminación del agua	20
Practica N° 5: Bioacumulacion y biomagnificación.....	23
Practica N° 6: Calidad del agua	26
Practica N° 7: Índices de calidad del agua	28
Practica N° 8: Agua subterránea.....	33
Practica N° 9: Agua residual.....	35
Practica N° 10: Estudio de una planta de tratamiento..... de aguas residuales (PTAR)	38
Practica N° 11: Visita a la planta de tratamiento de aguas. residuales (PTAR)en Iquitos	41
Practica N° 12: Gestión del recurso hídrico.....	44
Bibliografía.....	48

Presentación

La presente Guía de Prácticas contiene todas las clases prácticas que se desarrollarán con los alumnos del Tercer Nivel, Sexto Ciclo de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Gestión Ambiental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, las mismas que servirán para afianzar sus conocimientos teóricos adquiridos durante el desarrollo del curso.

En la planificación y elaboración de las prácticas, se han tomado en consideración varios aspectos. En primer lugar, la modalidad de los estudios por semestres; el conocimiento previo de materias fundamentales como, identificación de riesgos ambientales, administración y gestión ambiental, entre las más importantes; y finalmente, la utilidad del conocimiento de esta disciplina en cursos posteriores de carácter profesional.

Con el desarrollo de estas prácticas se pretende que los estudiantes identifiquen y a la vez comprendan las bases conceptuales de la gestión ambiental del agua, determinen los contaminantes, conozcan la calidad del agua, así como la gestión y tratamiento del agua

Las guías de prácticas contienen los siguientes:

1. Aspectos teóricos básicos que dan fundamento a la práctica.
2. Los objetivos que se persiguen en cada práctica.
3. Los materiales a utilizarse en cada práctica.
4. Procedimiento a emplearse.
5. Resultados obtenidos (Cuadros y figuras con interpretación)
6. Cuestionarios a desarrollarse
7. Conclusiones y
8. Referencias Bibliográficas.

La autora.

PRACTICA N° 1

ESQUEMA DE UN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

FUNDAMENTO:

un proyecto de investigación científica, consiste en disponer cuidadosamente, en un documento escrito, las actividades que han de llevarse a cabo y las especificaciones y parámetros de cada una de ellas. Este documento del proyecto de investigación (también llamado propuesta) cumple también las dos funciones básicas de todo ejercicio de planeación:

* Sirve de base para tomar la decisión sobre si conviene o no emprender la investigación propuesta.

* Sirve de guía en la realización de la investigación. (Tamayo, 1999)

Un proyecto de investigación es un proyecto que describe y justifica los fines y los medios necesarios para llevar a término una investigación. Suele constar de título, datos de los autores, justificación del interés, objetivos o hipótesis, método (muestra o sujetos, procedimiento e instrumentos), métodos de análisis de datos, referencias bibliográficas, etapas y temporización, presupuestos y financiación" (Forner y Latorre, 1996: p.124) mencionado por Etxeberria 1988

En general la investigación tiene relación con la búsqueda de nuevos conocimientos, con el tratamiento de nuevos problemas para darles solución mediante procedimientos científicos y con la comprobación de hipótesis o proposiciones sugerentes.

En el ámbito universitario, esta actividad es extensa y valiosa y promueve motivar a los alumnos durante el proceso de su formación a desarrollar diversos trabajos escritos que los inicien en la tarea de la investigación científica. Estos trabajos serán desde un informe sobre alguna actividad hasta la redacción de monografías, planes de tesis, ensayos, manuales, etc.

En La Universidad Nacional de la Amazonía Peruana se cuenta con un esquema de proyecto de investigación aprobada mediante Resolución Vicerrectoral N° 001-2018-VRINV-UNAP, del 07 de mayo 2018 y es la que se utilizará en el proceso de desarrollo de la presente práctica.

OBJETIVOS:

- Adquirir y desarrollar una actitud científica.
- Elaborar un proyecto de investigación en la línea de la Gestión ambiental del agua respecto a: los contaminantes del agua que influyen en el ambiente, los factores que afectan la calidad del agua, y la evaluación de la importancia de la gestión y tratamiento del agua

MATERIALES:

- Material Bibliográfico referente a Metodología de Investigación
- Materiales de escritorio.

PROCEDIMIENTO:

Un Proyecto de investigación en la U.N.A.P. se rige en el siguiente esquema:

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la situación problemática (hasta tres páginas)

Expresa la brecha que existe en el conocimiento científico sobre algún aspecto de la realidad. Existen por lo menos dos formas de identificar el problema de investigación:

- a) Apoyándose en una ciencia, disciplina o en un tópico en particular en que el investigador esté familiarizado en buscar brechas en el conocimiento o situaciones, a partir de las cuales se genera una o más preguntas de investigación. Las preguntas originadas en tópicos generan respuestas enfocadas y alineadas en el conocimiento teórico de las ciencias puras o básicas.
- b) Si el investigador tiene una actividad o un área específica, se enfrenta con su problemática, con vacíos de conocimiento o con la necesidad de comprender, explicar o modificar situaciones clínicas y epidemiológicas. En este caso, las preguntas de investigación no se originan de un tópico o una disciplina, sino en su actividad profesional.

Para identificar el problema, el investigador requiere realizar una exhaustiva revisión del conocimiento científico para ubicar brechas o vacíos que existan y cubrirlas con la respuesta a la pregunta de investigación. Debe tenerse especial cuidado en referenciar adecuadamente – Vancouver – el o los autores que sostienen los datos expresados en el planteamiento.

1.2. Formulación del problema (hasta una página)

Identificar la pregunta central que guiará la investigación. La pregunta de investigación debe ser clara y precisa y genera el objetivo, la hipótesis (cuando corresponda) y la metodología a seguir en el plan. Se pueden crear sub preguntas, que constituyen una desagregación y generarán los objetivos específicos.

1.3. Objetivos (hasta una página)

Señalar los resultados que se desea obtener con la ejecución de la investigación. Los objetivos deben ser claros, precisos, medibles y deben contener una sola idea.

1.3.1. Objetivo general

Se formula con un verbo en infinitivo que expresa el logro final de ese resultado. Se desprende de la pregunta de investigación y el título. Se debe considerar un solo objetivo general. Debe contener espacio y temporalidad en la que se desarrollará la investigación.

1.3.2. Objetivos específicos

Expresan los resultados intermedios o parciales que harán posible llegar al objetivo general. Se generan a partir de las sub preguntas de investigación o de constituir aspectos parciales del objetivo general. Se recomienda elaborar de dos a cinco objetivos específicos.

1.4. Justificación (hasta dos páginas)

1.4.1. Importancia

Argumenta la relevancia de la investigación y por qué el conocimiento resultante será útil para mejorar la salud de una comunidad, región o país.

Responde a una o más de las siguientes preguntas de acuerdo a la naturaleza del problema: ¿Por qué es importante y útil investigar acerca del problema?, ¿qué nuevo conocimiento, técnica o procedimiento se obtendrá?, ¿qué relevancia tiene?, ¿qué beneficios?, ¿quiénes se beneficiarán?, ¿cómo se beneficiarán?, ¿es una prioridad de la región y del país?, ¿por qué es importante resolver el problema?, ¿ayudará a mejorar la salud en la comunidad?, ¿es algo innovador?, ¿permitirá disminuir costos?, ¿qué pasa, si no se investiga el problema o se interviene para revertirlo?, ¿se agravará el problema con el tiempo?, ¿cómo se utilizarán los resultados?, ¿cuáles serán las estrategias de diseminación y

utilización de los hallazgos de la investigación?

1.4.2. Viabilidad

Responder a las preguntas: ¿se dispondrá del tiempo suficiente para realizar la investigación?, ¿se contará con los recursos humanos necesarios para la ejecución de la investigación?, ¿se dispondrá de recursos financieros y materiales suficientes para las necesidades del desarrollo de la investigación?, ¿se obtendrá el número adecuado de sujetos elegibles?, ¿existe experiencia en el tipo y diseño de investigación a usar?, ¿es políticamente factible el investigar sobre el problema?, ¿existen problemas éticos para investigar el problema?

1.5. Limitaciones (hasta una página)

Describir las dificultades temáticas, espaciales, poblacionales y temporales que se podrían limitar el desarrollo de la investigación y cómo serán afrontadas por el investigador.

Algunas limitaciones están relacionadas a la confiabilidad de los datos, la generalización de los resultados a la población de estudio, los posibles sesgos, la dificultad de manejar algunas variables confusoras, los problemas derivados del tipo y diseño de estudio usado y la dificultad para establecer una relación de causalidad entre las variables de estudio.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes (hasta 3 páginas)

- a) Revisar bibliografía sobre el problema. Los antecedentes deben ser de los últimos cinco años. En algunas investigaciones, podrá usarse antecedentes de mayor antigüedad. Dependerá del tema de investigación.
- b) Buscar en los portales de BIREME (Literatura latinoamericana y del Caribe), MEDLINE, Scopus, Cochrane library, SCIELO, Repositorio Alicia, entre otros.
- c) Redactar hasta tres párrafos por cada hallazgo.

2.2. Bases teóricas (hasta 04 páginas)

Incluir el conocimiento teórico existente relacionado al tema y problema de investigación, que incluyan definiciones, clasificaciones, diagnóstico, pronóstico, manejo.

Analizar críticamente los principales enfoques, teorías o paradigmas relacionados con

el tratamiento que ha tenido el problema en las disciplinas relacionadas con el mismo, y expresar el punto de vista teórico que asume el investigador, para la investigación/tesis. Las bases teóricas no constituyen un resumen de lo que se ha escrito sobre el tema. Las bases teóricas se referencian igual que los antecedentes, con la llamada en superíndice.

2.3. Definición de términos básicos (hasta dos páginas)

Definir conceptualmente los términos más importantes usados en el plan de investigación/tesis, de manera que un no especialista en el tema entienda el plan de investigación/tesis durante la revisión.

Nota: Si toma definiciones de otros autores, referéncielas igual que los antecedentes (con la llamada en superíndice).

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Formulación de la hipótesis principal y derivadas, cuando corresponda (hasta una página)

Enunciarla como una respuesta tentativa al(los) problema(s) de investigación, la que, por su alto grado de fundamentación teórica y empírica (demostrado en el marco teórico) tiene grandes posibilidades de ser verdadera. Las hipótesis responden al problema de investigación y pueden ser de diversos tipos: uni, bi y multivariadas. Existen otros tipos según el criterio de clasificación que se utilice.

3.2. Variables y definiciones operacionales (hasta dos páginas)

Para ello, se utilizará la siguiente secuencia de desagregación de la variable (dependerá de sus características):

- Nombre de la variable: Nombre que se usará en la investigación. Las variables deben ser coherentes con los objetivos.
- Definición conceptual: Es la definición muy concreta de la variable.
- Tipo: Existen varios criterios para clasificar las variables, lo cual depende del estudio. Se utilizarán, mínimo, dos categorías. De acuerdo a su naturaleza pueden ser cualitativas o cuantitativas y de acuerdo a su relación, independiente o dependiente.
- Indicador: Es la característica que permite medir la variable.
- Escala de medición: Es la escala que se utilizará para medir el indicador y pueden ser:

- Nominal: Cuando mide la presencia o no de la característica.
 - Ordinal: Cuando mide la presencia de la característica teniendo en cuenta grados no regulares o uniformes entre ellos.
 - Razón: Cuando mide numéricamente la característica de estudio. El 0 es absoluto.
 - Intervalo: Es una medida numérica en la cual el cero es relativo.
 - Categorías: Especifica los valores que puede tomar una variable . Ejemplo: 1. Hombre, 2. Mujer.
 - Valores: Se definen las categorías de la variable. Si es de escala nominal, es la presencia o ausencia. Si se mide por una escala ordinal, se requiere sus valores mínimos.
- Ejemplo: Variable “estado nutricional en adultos mayores”. Las categorías son: delgadez, normal, sobrepeso y obesidad. El indicador es el índice de masa corporal (IMC). Los valores de las categorías son: delgadez, $IMC \leq 23$ o menos; normal, más de 23 y menos de 28; sobrepeso, $28 < IMC < 32$ y obesidad, $IMC \geq 32$ o más de 32.
- Medio de Verificación: Es el registro de las características de la variable. Ejemplo de operacionalización de tres variables

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Categorías	Valores de las categorías	Medio de verificación
Anemia en menores de 5 años	Disminución de la Hb sanguínea	Cualitativa	Hb en gramos por litro	Ordinal	Normal	110 a más	Historia clínica
					Leve	100 a 109	
					Moderada	70 a 99	
					Severa	menos de 70	
Nivel socioeconómico	Ingreso económico y posición en la sociedad	Cuantitativa	Ingreso familiar en Soles/número de personas que viven en el hogar	Ordinal	Bajo	200 - 300	Ficha de evaluación de asistenta social
					Mediano	301 - 500	
					Alto	501 a más	
Depresión	Estado de tristeza de las personas	Cualitativa	Escala X del dolor	Razón	1 al 10		Tarjeta marcada por el entrevistado

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1. Diseño metodológico (hasta una página)

Identificar el tipo y diseño del estudio adecuado para alcanzar el objetivo o para

demostrar la hipótesis, si se ha considerado.

Elegir el tipo y diseño de estudio de acuerdo a la disponibilidad de las unidades de muestreo, de los recursos necesarios tanto humano, económico como de tiempo del investigador y de la posibilidad de seguimiento.

Para definir el tipo de estudio cuantitativo, deben considerarse los siguientes criterios:

- Según la intervención del investigador: observacional o experimental.
- Según el alcance que tienen de demostrar una relación causal: descriptivo o analítico.
- Según el número de mediciones de la o las variables de estudio: transversal longitudinal.
- Según la planificación de la toma de datos: retrospectivo o prospectivo o retroprospectivo.

Los diseños de investigación cuantitativos con mayor frecuencia, según el alcance de sus resultados, son:

- Analíticos (prueban una relación causal): caso-control, cohorte, ensayos clínicos, cuasi experimentales.
- Descriptivos (su alcance llega a generar hipótesis de relación causal): transversales de prevalencia, serie de casos, cohorte única, estudio de caso, ecológicos.

4.2. Diseño muestral (hasta una página) Población universo

Conjunto de individuos a los que se refiere nuestra pregunta de estudio y que guardan similitud entre sí, en los aspectos relevantes para los objetivos de la investigación.

Población de estudio

Es la población accesible al investigador, finita y temporal y geográficamente disponible.

Tamaño de la población de estudio

Puede ser toda la población de estudio (indicar la cantidad) o parte de ella, para lo cual se establece una muestra que sea estadísticamente representativa. En ese caso, es necesario describir los criterios que han servido para el cálculo como el nivel de confianza, precisión o margen de error, entre otros (dependiendo del tipo de estudio); así, también, se debe señalar el software (actualizado) que se usó para el cálculo.

Muestreo o selección de la muestra

Describir la forma (o procedimiento) usada para identificar las unidades, sujetos,

individuos o participantes de la muestra a partir de la población de estudio.

Las características de los sujetos de la muestra deben ser lo más parecidas a los sujetos de la población de estudio.

El muestreo puede ser: probabilístico (simple, estratificado, por conglomerados o sistemático) o no probabilístico (continuo, por conveniencia o a juicio del investigador).

Criterios de selección

La población puede ser delimitada mediante los criterios de selección (inclusión y exclusión). Son las características que debe cumplir la unidad de análisis para formar parte de la investigación.

- **Criterios de inclusión:** Identifican los individuos (o unidades) con características relevantes para la pregunta de investigación. Responde a la pregunta quiénes deben estar en el estudio, de todas maneras.
- **Criterios de exclusión:** Se utilizan para retirar a los sujetos que tienen los criterios de inclusión, pero si participaran, interferirían con la calidad de los datos o la interpretación de los resultados.

4.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos (hasta una página)

Describir los procedimientos para seleccionar los datos que se quieren obtener de acuerdo a los objetivos de la investigación y el diseño de estudio que se ha planteado.

Se utilizan procedimientos o técnicas estandarizadas, donde esté acorde con los objetivos, diseño del estudio y la operacionalización de las variables (indicadores validados). Describir las fuentes de donde se obtendrán los datos requeridos para el estudio y la calidad de los datos contenidos.

Instrumento

Especificar qué tipo de instrumento o instrumentos de recolección de datos se usará para el estudio: escalas, test, cuestionario auto administrado, entrevista por un personal, encuestas poblacionales, registros, lista de chequeo, entre otros.

Se recomienda validar el instrumento de recolección de datos, especialmente cuando pretenden medir una característica (constructo) de los sujetos de investigación, ejemplo: calidad de vida, felicidad, satisfacción, depresión, entre otros, con la finalidad de asegurarnos que el instrumento mide adecuadamente tal característica.

Cuando se use un cuestionario o test estándar se deberá citar la referencia. Los instrumentos serán mostrados en el acápite anexo y responden al objetivo de la investigación y contener todas las variables consideradas en el estudio. Usar preguntas

simples, claras, precisas (evitar ambigüedades) y objetivas.

4.4. Procesamiento y análisis de la información (hasta una página)

Expresar cómo se realizará el control de calidad de la base de datos. Mencionar cómo se analizarán los datos y las pruebas estadísticas a emplear (Chi cuadrado, T student, análisis multivariado, etc.) para demostrar la hipótesis, si ha sido planteada.

Deberá mencionar el software estadístico que usará para el análisis.

4.5. Aspectos éticos (hasta una página)

Indicar que el Comité de Ética revisará y aprobará la investigación (aplicable solo a los estudios prospectivos que involucren seres humanos). Informar si existirá consentimiento oral o escrito (firmado por el paciente) para los estudios prospectivos (que involucren seres humanos).

Mostrar en anexos el consentimiento informado, el cual debe incluir: declaración del objetivo del estudio, duración, procedimientos involucrados, riesgos y problemas de la participación, beneficios esperados, confidencialidad de los datos, declaración de que la participación es voluntaria. Los ensayos clínicos deberán ceñirse a la normativa internacional en la materia.

CRONOGRAMA (hasta una página)

FUENTES DE INFORMACIÓN

Mostrar las referencias, en el orden que aparecieron en el texto del plan de investigación/tesis. Usar la metodología Vancouver ó APA Ejemplos:

A. Artículo publicado estándar

Halpern SD, Ubel PA, Caplan AL. Solid-organ transplantation in HIV-infected patients. *N Engl J Med.* 2002 Jul 25; 347(4):284-7.

B. Organización como autor

Diabetes Prevention Program Research Group. Hypertension, insulin, and proinsulin in participants with impaired glucose tolerance. *Hypertension.* 2002;40(5):679-86.

C. Libro

Murray PR, Rosenthal KS, Kobayashi GS, Pfaller MA. *Medical microbiology.* 4th ed. St. Louis: Mosby; 2002.

D. Capítulo de un libro

Meltzer PS, Kallioniemi A, Trent JM. Chromosome alterations in human solid

tumors. In: Vogelstein B, Kinzler KW, editors. The genetic basis of human cancer. New York: McGraw- Hill; 2002. p. 93-113.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Título de la investigación	Pregunta de la investigación	Objetivos de la investigación	Hipótesis (cuando corresponda)	Tipo y diseño de estudio	Población de estudio y procesamiento	Instrumento de recolección

Anexo 2: Instrumento(s) de recolección de datos

Anexo 3: Consentimiento informado (cuando corresponda)

PÁGINAS PRELIMINARES

Portada

Primera página de la tesis o trabajo de investigación. En ella se escriben los datos principales que permiten identificar a la investigación.

Logotipo de la UNAP. Corresponde al escudo y al nombre oficial de la Universidad, el cual se inserta en la parte superior de la portada. Las dimensiones se encuentran en anexos.

Nombre de la institución. Va centrado a dos centímetros debajo del logo; primero el nombre completo de la facultad y en la segunda línea, el nombre de la escuela profesional que avala el estudio.

Título. Identifica a la investigación que se presenta. Debe dar una idea clara del contenido de la investigación. Debe ser claro y conciso y no tener más de 20 palabras (sin contar artículos), salvo que ello impida comprender el contenido del estudio. Se escribe todo en mayúsculas, respetando las tildes, de modo que lo distinga de los demás datos de la portada, centrándola en la parte central superior.

Propósito de la tesis o trabajo de investigación. Se refiere al título o grado que se opta con la tesis (las medidas y posiciones de los textos se especifican en el anexo).

Ejemplo:

PARA OPTAR EL TÍTULO O GRADO ACADÉMICO DE

Autor(es). Nombres y apellidos, en mayúsculas, de quien(es) presenta(n) el trabajo.

Se ubica después de la frase: Presentado por:

Asesor. Nombres y apellidos, y grado académico o título profesional.

Lugar y año de sustentación. En primer término, se indica la ciudad y luego el país, separados por una coma y un espacio simple; a continuación, se indica el año de sustentación.

ESQUEMA DE UN TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

1. Resumen.
2. Introducción.
3. Revisión de Literatura.
4. Materiales y Métodos
5. Resultados
6. Discusión
7. Conclusiones
8. Recomendaciones
9. Referencias Bibliográficas.

CUESTIONARIO:

1. Desarrolle brevemente las definiciones de las partes de un Trabajo de Investigación.
2. Elabore como ejemplo un Proyecto de Investigación que desearía realizar siguiendo los pasos indicados en el Procedimiento para un proyecto de Investigación.

PRÁCTICA N° 02

EL AGUA UN RECURSO NATURAL PARA PRESERVAR

FUNDAMENTO:

El agua es uno de los elementos más importantes de la naturaleza, se le obtiene fundamentalmente por su caída a la tierra en forma de lluvia, fluye por la superficie terrestre creando arroyos, ríos y lagunas, está en constante movimiento de acuerdo a la topografía por donde se desliza, de esta manera, el agua viaja siguiendo la trayectoria que le marcan los suelos, los declives, las quebradas y hondonadas formando lo que se llama una cuenca.

El agua es considerada como uno de los recursos naturales más fundamentales para el desarrollo de la vida, y junto con el aire, la tierra y la energía, constituye los cuatro recursos básicos en que se apoya el desarrollo. (Félez, 2012).

El agua, como recurso natural, es manipulada por el hombre, alterando así su ciclo. El agua se extrae de los ecosistemas para su utilización. Pero un mayor suministro de agua significa una mayor carga de aguas residuales, lo que altera la vegetación y la calidad posterior en su vertido. Es aquí donde hay que dejar constancia de la importancia del desarrollo sostenible, que es aquel que permite compatibilizar el uso de los recursos con la conservación de los ecosistemas. (Félez, 2012).

Hasta el siglo XVIII, esta sustancia denominada apropiadamente “El solvente universal” se creyó que era un elemento y fue el químico inglés Cavendish quien sintetizó agua a partir de la combustión de aire e hidrógeno. Sin embargo, los resultados de este experimento no fueron interpretados hasta años más tarde, cuando Lavoisier propuso que el agua no era un elemento sino un compuesto formado por oxígeno y por hidrógeno, siendo su fórmula H₂O. (Félez, 2012).

El Perú es el octavo país con mayor disponibilidad hídrica en el mundo; sin embargo, cuenta con una irregular distribución temporal y espacial del recurso agua. El 98% de la producción hídrica se presenta en la región amazónica, y apenas el 1,8% en la Región Hidrográfica del Pacífico. Esta situación constituye una de las grandes dificultades que debemos enfrentar para gestionar adecuadamente nuestros recursos hídricos, ya que es precisamente en la costa donde habita el 53% de la población y se desarrolla la mayor cantidad de actividades económicas, las cuales ejercen presión sobre este recurso. MINAGRI y ANA, 2015

OBJETIVOS:

- Determinar el concepto del agua
- Identificar los tipos de agua
- Explicar el estado natural, propiedades físicas y químicas del agua y características de la molécula de agua.
- Clasificar el agua
- Diseñar y explicar el ciclo del agua.

MATERIALES:

- Material bibliográfico relacionado con el tema del agua como recurso natural
- Libreta de apuntes.
- Material de diseño.

PROCEDIMIENTOS:

- 1) Con la ayuda de materiales bibliográficos sobre del agua como recurso natural elaborar una tabla en el que considera concepto, características, propiedades físicoquímicas del agua y características de la molécula de agua.
- 2) Elaborar una tabla indicando los tipos de agua
- 3) Elaborar una tabla indicando la clasificación del agua.
- 4) Diseñe y explique el ciclo del agua
- 5) Elaborar una tabla de la distribución del agua en el mundo considerando al Perú
- 6) Elaborar una Tabla de la distribución del agua en el Perú
- 7) Elaborar una tabla de la distribución del agua consuntiva y no consuntiva en el Perú.
- 8) Elaborar una tabla de la clasificación del agua amazónica con sus respectivas características.

CUESTIONARIO:

1. Defina el agua.
2. Explique la importancia del agua.
3. Explique la clasificación del agua
4. Mencione y explique los tipos de agua
5. Mencione y explique los tipos de agua natural
6. Cuáles son los procesos físicos que ocurren en el ciclo del agua, explicar.
7. ¿Cómo es la distribución del agua en el mundo?

8. ¿Cómo es la distribución del agua en el Perú?
9. ¿Cuál es su opinión con respecto a cómo debería ser distribución del agua en el mundo y en el Perú?

PRACTICA N° 03

EL RECURSO HÍDRICO EN EL PERÚ

FUNDAMENTO

Desde el punto de vista ambiental, el Perú cuenta con importantes fuentes de agua distribuidas en 106 cuencas hidrográficas, pero con una disposición irregular. La principal característica de la orografía peruana es la Cordillera de los Andes, la cual da origen a las tres vertientes existentes: del Pacífico (53 cuencas), del Atlántico (44 cuencas) y del Titicaca (9 cuencas). La segunda de estas vertientes representa casi la totalidad de las vertientes en nuestro territorio (97.81%), superando ampliamente a las restantes. Desde la perspectiva del uso del agua, sin embargo, la situación es inversa pues la cantidad de agua disponible no es relativamente proporcional al agua aprovechable, a lo que debe añadirse su distribución desigual en el territorio y en el tiempo. Esta realidad tiene como resultado que un tercio (36%) del agua aprovechable es utilizada en la costa, siendo el uso del agua en las otras dos regiones relativamente menores. Ausejo, 2012.

Entre los elementos característicos de la geografía del Perú destacan sus innumerables lagos y lagunas que, de acuerdo al ambiente en el que descansan sus aguas, poseen características particulares. El Perú cuenta con 12201 lagunas, la mayoría se encuentra en la vertiente del Atlántico con 7441 lagunas (61%), seguida por la vertiente del Pacífico con 3896 lagunas (32%) y la del Titicaca con 841 lagunas (7%). ONERN, 1980

La mayoría de los lagos y lagunas del Perú suelen ser de origen tectónico o glaciario y drenan sus aguas para formar los diferentes ríos de la zona y estos a su vez vierten sus aguas en otros ríos mayores, tanto de la costa como de la selva. Uno de los más importantes lagos es el Titicaca, que siglos atrás formó un enorme "mar" con las lagunas de Arapa y Yapupampa. ONERN, 1980

El Perú es un país extraordinariamente rico en recursos hídricos, cuenta con 5 % de aguas superficiales del mundo. Cuenta con tres cuencas hidrográficas principales, la del Pacífico que desemboca en el Océano del mismo nombre (con 62 cuencas hidrográficas), con 1,8% de la disponibilidad total de agua dulce del país y con un 66 % de la población total del país y con un promedio de 2 027 m³/hab; la del Atlántico que también desemboca en el Océano del mismo nombre (con 42 ríos), con 97,7 % de la disponibilidad de agua dulce del país, con un 31 % de la población total del país y con un promedio de 292 000 m³/hab; y la cuenca endorreica del Titicaca (con 12 ríos), con el 0,5% de la disponibilidad de agua

dulce del país, con un 3 % de la población total del país y con un promedio de 9715 m³/hab. (Mamani, 2012)

OBJETIVOS

- 1) Explicar la distribución porcentual del agua
- 2) Describir la distribución del agua a escala global
- 3) Señalar el recurso agua en el país
- 4) Identificar la disponibilidad de recursos hídricos en el país
- 5) Determinar las características de las vertientes en el país.

MATERIALES

- Material Bibliográfico relacionado con el recurso agua en el Perú, libreta de apuntes, materiales de diseño (lápiz, borrador, regla, etc.).

PROCEDIMIENTO

Con ayuda de material bibliográfico elaborar:

- 1) Una tabla indicando la distribución porcentual del agua en el mundo
- 2) Una tabla indicando la distribución del agua a escala global
- 3) Un gráfico de la disponibilidad de agua en el país
- 4) Una tabla de las características de las vertientes en el país.
- 5) Un mapa indicando la presión sobre el agua en el Perú
- 6) Una tabla con los diferentes ríos por departamento que cuenta el Perú
- 7) Una tabla con los diferentes lagos y lagunas por departamento que cuenta el país
- 8) Un mapa hidrológico del Perú

CUESTIONARIO

1. ¿Cómo está distribuido el agua en el mundo?
2. ¿Cómo está distribuido el agua en el país?
3. Explique las características de los ríos de los diferentes departamentos del país
4. Explique las características de las aguas de la cuenca amazónica.
5. ¿Qué decisiones deben tomar los gobernantes del país para que toda la población peruana tenga acceso al agua?

PRACTICA 04

CONTAMINACIÓN DEL AGUA

FUNDAMENTO:

La contaminación de las aguas en el Perú es tan antigua como el desarrollo de las ciudades, por cuanto los ríos y las aguas de mar sirven como punto de disposición final para las evacuaciones de las aguas negras, propias de los pueblos en proceso de desarrollo. (Malnatí, 1976)

La contaminación del agua (ríos, lagos y mares) es producida, principalmente, por cuatro vías: vertimiento de aguas servidas, de basuras, de relaves mineros y de productos químicos.

1. Vertimiento de aguas servidas. La mayor parte de los centros urbanos vierten directamente los desagües (aguas negras o servidas) a los ríos, a los lagos y al mar. Este problema es generalizado y afecta al mar (frente a Lima y Callao, frente a Chimbote), a muchos ríos (Tumbes, Piura, Santa, Mantaro, Ucayali, Amazonas, Mayo, etc.) y a lagos (Titicaca, Junín). Los desagües contienen excrementos, detergentes, residuos industriales, petróleo, aceites y otras sustancias que son tóxicas para las plantas y los animales acuáticos. Con el vertimiento de desagües, sin previo tratamiento, se dispersan agentes productores de enfermedades (bacterias, virus, hongos, huevos de parásitos, amebas, etc.). Ocola, 2005

2. Vertimiento de basuras y desmontes en las aguas. Es costumbre generalizada en el país el vertimiento de basuras y desmontes en las orillas del mar, los ríos y los lagos, sin ningún cuidado y en forma absolutamente desordenada. Este problema se produce especialmente cerca de las ciudades e industrias. La basura contiene plásticos, vidrios, latas y restos orgánicos, que o no se descomponen o al descomponerse producen sustancias tóxicas (el hierro produce óxido de hierro), de impacto negativo. Ocola, 2005

3. Vertimiento de relaves mineros. Esta forma de contaminación de las aguas es muy difundida y los responsables son los centros mineros y las concentradoras. Es especialmente grave en el mar frente a Tacna y Moquegua, por las minas de cobre de Toquepala; en los ríos Rímac, Mantaro, Santa, el lago de Junín y todos los ríos de las ciudades cercanas a centros mineros del Perú. Los relaves mineros contienen hierro, cobre, zinc, mercurio, plomo, arsénico y otras sustancias sumamente tóxicas para las plantas, los animales y el ser humano. Otro caso es el de los lavaderos de oro, por el vertimiento de

mercurio en las aguas de ríos y quebradas. Esto es de gravedad a nivel local, como en Madre de Dios y cerca de centros auríferos.

4. Vertimiento de productos químicos y desechos industriales. Consiste en la deposición de productos diversos (abonos, petróleo, aceites, ácidos, soda, aguas de formación o profundas, etc.) provenientes de las actividades industriales. Este problema es generalizado cerca de los centros petroleros (costa norte y selva), en las zonas de la industria de harina y aceite de pescado (Pisco - Paracas, Chimbote, Parachique, Paita), en las zonas de concentración de industrias mineras (Oroya, Ilo), y en zonas de industrias diversas (curtiembres, textilerías, etc.). Ocola, 2005

La extracción petrolera en la selva conlleva el problema de las aguas de formación, que salen a la superficie con el petróleo. Estas aguas contienen sales diversas, compuestos sulfurosos y metales pesados. Al ser vertidas causan contaminación de las aguas amazónicas y alteraciones en los ecosistemas acuáticos. Ocola, 2005

OBJETIVOS:

- Describirá el concepto de contaminación
- Determinará las causas y las fuentes de contaminación del agua
- Clasificará los tipos de contaminantes del agua
- Describirá las principales vías de contaminación en el Perú
- Explicará las principales actividades agrícolas como fuente de contaminación en el Perú
- Determinará los efectos sobre la salud de los contaminantes del agua

MATERIALES:

- Material bibliográfico sobre contaminación del agua.
- Libreta de apuntes.
- Material de diseño

PROCEDIMIENTO:

Con la ayuda de materiales bibliográficos sobre contaminación del agua, elaborar mediante tablas de los siguientes:

1. Las fuentes de contaminación del agua
2. La clasificación de los tipos de contaminación del agua.
3. Las principales vías de contaminación de en el Perú
4. Las principales actividades como fuente de contaminación en el Perú.

5. Los efectos sobre la salud de los contaminantes del agua

CUESTIONARIO:

1. Defina la contaminación del agua
2. Defina fuentes de contaminación puntuales y no puntuales
3. Definir Contaminación asociada a carga orgánica de alta demanda de oxígeno
4. Definir Demanda Bioquímica de Oxígeno y demanda química del oxígeno.
5. Definir: Biodisponibilidad, Bioacumulación, Biomagnificación

PRACTICA N° 05

BIOACUMULACION Y BIOMAGNIFICACIÓN

FUNDAMENTO:

En contraste, la contaminación ambiental específicamente como la del agua es un problema alarmante tanto en los países desarrollados como en los países en vías desarrollo. La contaminación de los recursos hídricos por metales pesados es un problema crítico que afecta en forma negativa a los seres humanos, las plantas y a los animales (Rezania *et al.*, 2016, mencionado por Peña et al, 2017). Se conoce que la contaminación de los ecosistemas acuáticos por los metales es uno de los problemas de contaminación más difíciles de controlar debido a la toxicidad, a su abundancia, su persistencia y debido a la bioacumulación de los metales en los tejidos de los organismos acuáticos (Fu *et al.*, 2014, mencionado por Peña et al, 2017). Entre los principales contaminantes del agua, están los metales pesados que son peligrosos y porque son persistentes y tienen la tendencia de acumularse en los sedimentos y en los tejidos de los organismos vivos.

Se denomina metales pesados aquellos elementos sin función biológica conocida, cuya presencia en determinadas cantidades en los seres vivos afectan las funciones vitales de los organismos, entre ellos, mercurio, plata, cadmio y plomo. Pueden resultar muy tóxicos, no son biodegradables y algunos se acumulan en los organismos vivos. En este sentido, su biodisponibilidad (capacidad para atravesar libremente la membrana celular de un organismo desde el medio) está relacionada de manera directa a su toxicidad potencial (Fichet *et al.*, 1999, mencionado por Peña et al 2017). Los metales como el mercurio, el cadmio, el níquel, el plomo, el cobre, el zinc y el cromo son altamente tóxicos tanto en su forma elemental como en forma de sal soluble, su presencia en la atmósfera, el suelo y el agua, incluso como trazas, pueden causar graves problemas en la salud de los animales y las plantas (Jadia & Fulekar, 2009, mencionado por Peña et al. 2017).

La bioacumulación es la capacidad de una sustancia de ser concentrada en los organismos a niveles más elevados que los niveles medioambientales normales, en función al tiempo (VIANA, 2001, mencionado por Panduro, 2019).

La biomagnificación o bioamplificación consiste en el aumento progresivo de la concentración de un contaminante en los sucesivos niveles de las cadenas tróficas (Dallinger et al., 1987; Dura et al., 2004; Jaramillo, 2009; Viana, 2011, mencionados por Panduro, 2019). La transferencia de un contaminante desde el alimento hasta un

organismo, resulta en concentraciones mayores en el organismo respecto a su alimento, y, por lo tanto, mayores concentraciones cuanto mayor sea el nivel trófico.

OBJETIVOS:

- Determinar los conceptos de Bioacumulación y biomagnificación
- Identificar los diversos metales que se bioacumulan y biomagnifican en los organismos vivos.
- Explicar los diversos factores que influyen en la Bioacumulación y biomagnificación en los organismos vivos.
- Identificar las fuentes de contaminantes que conlleva a la Bioacumulación y biomagnificación.

MATERIALES:

- Material bibliográfico referente a Bioacumulación y biomagnificación
- Libreta de apuntes
- Material de diseño

PROCEDIMIENTO:

Con la ayuda de materiales bibliográficos sobre Bioacumulación y biomagnificación elaborar tablas de los siguientes:

1. Metales que se bioacumulan y biomagnifican en los organismos vivos. de acuerdo al modelo de la Tabla 5.1
2. Factores que influyen en la Bioacumulación y biomagnificación en los organismos vivos
3. Límites permisibles de metales en peces, los organismos vivos de acuerdo al modelo de la Tabla 5.2
4. Principales fuentes de contaminantes que conllevan a la Bioacumulación y biomagnificación de acuerdo al modelo de la Tabla 5.3

CUESTIONARIO

1. Definir Bioacumulación y biomagnificación
2. Describa la importancia del estudio de la Bioacumulación y biomagnificación en los organismos vivos.
3. Describa cómo es la Bioacumulación y biomagnificación en Perú.

4. Describa cuales son las consecuencias que trae la Bioacumulación y biomagnificación, ¿para el ecosistema y la salud de las personas?
5. ¿Mencione Las principales fuentes de contaminantes que conllevan a la Bioacumulacion y biomagnificación?

Tabla 5.1. Bioacumulacion y biomagnificación de metales en los organismos vivos

Metales	Organismos vivos	Fuentes

Tabla 5.2. Límites permisibles de metales en los organismos vivos

Metales	Organismos vivos	Límites permisibles

Tabla 5.3. Fuentes de contaminantes que conllevan a la Bioacumulación y biomagnificación

Fuentes de contaminantes	Bioacumulacion	Biomagnificación

PRACTICA N° 06

CALIDAD DEL AGUA

FUNDAMENTO:

Si bien en sus primeros orígenes el concepto de “Calidad de Aguas” estuvo asociado con la utilización del agua para el consumo humano, la expansión y el desarrollo de los asentamientos humanos ha diversificado y ampliado los usos y aplicaciones potenciales del agua hasta tal punto, que el significado de Calidad de Aguas ha debido ampliarse, para ajustarse a este nuevo espectro de posibilidades y significados. SENAMHI, 2007

En la actualidad, es tan importante conocer la calidad del agua para el consumo humano, como lo puede ser para el riego de cultivos, para el uso industrial en calderas, para la fabricación de productos farmacéuticos, para la expedición de licencias ambientales, para diseñar y ejecutar programas de monitoreo en las evaluaciones ambientales, para adecuarla a las múltiples aplicaciones analíticas de los laboratorios y para regular y optimizar el funcionamiento de las plantas de tratamiento, entre muchos otros fines. SENAMHI, 2007

En síntesis, una determinada fuente de aguas puede tener la calidad necesaria para satisfacer los requerimientos de un uso en particular y al mismo tiempo, no ser apta para otro. Puesto que no existe un tipo de agua que satisfaga los requerimientos de calidad para cualquier uso concebible ni tampoco “un criterio único de calidad para cualquier fin”, el concepto de Calidad de Aguas, se aplica siempre en relación con un uso o aplicación previamente establecida. SENAMHI, 2007

Por lo tanto, la calidad del agua es un término variable en función del uso concreto que se vaya a hacer de ella. Para los usos más importantes y comunes del agua existen una serie de requisitos recogidos en normas específicas basados tradicionalmente en las concentraciones de diversos parámetros físico-químicos:

- a) Físicos: sabor y olor, color, turbidez, conductividad, t°.
- b) Químicos: pH, O₂, saturación de oxígeno, sólidos en suspensión, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, amoníaco sulfuros, hierro, manganeso, metales pesados, gases disueltos como dióxido de carbono, etc, DBO₅, DQO.
- c) Biológicos:
 - Bacterianos (presencia de bacterias coliformes, indicadoras de contaminación fecal y otras como Salmonellas, etc.); presencia de virus.
 - comunidades de macro invertebrados bentónicos: son indicadores de buena calidad del

agua en función de las especies más o menos tolerantes a la contaminación que aparezcan. SENAMHI, 2007

Si el agua reúne los requisitos fijados para cada uno de los parámetros mencionados en función de su uso es de buena calidad para ese proceso o consumo en concreto. (SENAMHI, 2007)

OBJETIVOS:

- Determinar el concepto de calidad del agua
- Identificar los indicadores que afectan la calidad del agua.
- Determinar los factores que afectan la calidad del agua.

MATERIALES:

- Material bibliográfico referente a Calidad de agua
- Libreta de apuntes
- Material de diseño

PROCEDIMIENTO:

Con la ayuda de materiales bibliográficos sobre Calidad de agua elaborar tablas de los siguientes:

1. Indicadores que afectan la calidad del agua
2. Factores que afectan la calidad del agua.

CUESTIONARIO

1. ¿Que es calidad de agua?
2. Describa la importancia de la calidad del agua
3. Definir la apariencia del agua
4. Describa cómo es la calidad del agua en el Perú.

PRACTICA N° 07

INDICES DE CALIDAD DEL AGUA

FUNDAMENTO:

El índice de calidad del agua (ICA) surge en los años setenta en Estados Unidos (National Sanitation Foundation - NSF) y en la actualidad es utilizado para supervisar la calidad de los ríos a través del tiempo y comparar aguas de abastecimiento en Estados Unidos, Brasil y muchos países del mundo (NSF 2006, mencionado por AIC, 2011)

Para el desarrollo del ICA se seleccionaron 142 expertos en el tema de agua, quienes usaron la técnica de investigación Delphi, basada en tres pasos:

- Probaron 35 variables de contaminación basados en el criterio profesional colectivo y los conocimientos del medio acuático o foco de contaminación, clasificadas en tres categorías de acuerdo a si el parámetro debía ser: “no incluido”, “indeciso” o “incluido”, a los que se les asignó un valor de 1 a 5, de acuerdo con su mayor o menor importancia, siendo uno la clasificación más significativa.
- Evaluaron las respuestas de los expertos y se seleccionaron finalmente nueve variables de mayor importancia: oxígeno disuelto (OD), coliformes fecales, pH, demanda biológica de oxígeno a cinco días (DBO5), sólidos disueltos totales (SDT), nitratos (NO₃-N), fosfatos, temperatura y turbidez.
- Se asignaron los pesos relativos o peso de importancia del parámetro (w_i) correspondiente a los factores de contaminación de aguas de acuerdo al uso del agua e importancia de los parámetros en relación al riesgo que implique el aumento o disminución de su concentración.

Con esta última etapa se construyen niveles de calidad de agua en un rango de 0 a 100, siendo organizados en una gráfica en las ordenadas y los niveles de las variables en las abscisas, estas curvas son conocidas como relaciones funcionales o curvas de función (Gráficos 1 a 9), contruidos para los nueve parámetros.

De acuerdo a la popularidad que ganó dicho índice, fue aplicado a través del tiempo en diferentes países del mundo, con algunas variantes de adaptación según el sitio. AIC, 2011

Hierro	mg/L	0,005		D 1067
Calcio	mg/L	3,80	214.018	
Plomo	mg/L	N.D.		
Mercurio	mg/L	N.D.		
Aceites y Grasas	mg/L	0,0003		

Iquitos, 07 de Junio del 2017.

CERTIFICADO DE ANALISIS

MUESTRA	AGUA DE RIO. (Puerto de Productores)
CANTIDAD RECIBIDA	1000 ml. Aprox.
ANALISTA RESPONSABLE	Ing. LAURA ROSA GARCIA PANDURO
FECHA DEL ENSAYO	Noviembre 2014

RESULTADOS

DETERMINACIONES	9:00 a. m			4:00 p.m.		
	Arriba	Centro	Abajo	Arriba	Centro	Abajo
Temperatura, °C	27,1	26,8	26,5	28,3	28,4	27,2
pH	6,18	6,19	6,27	6,20	6,21	6,25
Conductividad, µS	29,40	29,70	18,30	26,20	31,90	30,00
STD, ppm	14,70	14,80	9,15	13,10	15,90	15,1
Turbidez, NTU	23,26	27,29	25,54	15,95	17,48	21,20
Dureza, ppm	10,70	11,00	15,00	14,00	21,00	13,00
Aceites y Grasas, ppm	5,20	8,20	7,00	6,00	8,90	7,80
Oxígeno Disuelto, ppm	2,32	2,12	2,19	2,10	2,00	2,50
DBO ₅ ppm	0,50	1,40	1,30	0,80	1,70	1,50
DQO, ppm	1,00	2,80	2,50	1,50	3,38	3,00
Nitrógeno Amoniacal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Fosfato, ppm	12,90	15,32	14,28	14,98	17,22	16,36
Nitrato	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Cadmio	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Hierro	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Bario	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.

Nota: N.D. = No Detectable.

RESULTADO DE ANALISIS

Muestra : Agua de Río – COMUNIDAD CONSTANCIA
Tipo de Análisis : Físico - Químico
Fecha de Análisis : 01 al 03 de Agosto del 2016

DETERMINACIONES		Límite máximo Permisible
pH	6,36	6,5 a 8,5
Conductividad, μ S	18,46	1500
Sólidos totales disueltos, mg/L	9,23	1000
Color, ppm	15,00	15
Turbidez, NTU	34,60	5
Alcalinidad total, ppm	15,50	250
Cloruros, ppm	1,06	250
Dureza total, ppm	10,00	500
Nitratos, ppm	N.D.	50
Sulfatos, ppm	N.D.	250
Hierro	N.D.	0,3
Plomo, ppm	N.D.	0,010
Mercurio, ppm	N.D.	0,001
Aluminio, ppm	N.D.	0,2
Zinc, ppm	N.D.	3,0

RESULTADO DE ANALISIS

Muestra : Agua de lluvia recolectada – COMUNIDAD NUEVA
ESPERANZA
Tipo de Análisis : Físico - Químico
Fecha de Análisis : 05 de Agosto del 2016

DETERMINACIONES		Límite máximo Permisible
pH	5,81	6,5 a 8,5
Conductividad, μ S	13,11	1500
Sólidos totales disueltos, mg/L	6,56	1000
Color, ppm	0,10	15
Turbidez, NTU	1,10	5
Alcalinidad total, ppm	10,00	250
Cloruros, ppm	0,78	250
Dureza total, ppm	7,00	500
Nitratos, ppm	N.D.	50
Sulfatos, ppm	N.D.	250
Hierro	N.D.	0,3
Plomo, ppm	N.D.	0,010
Mercurio, ppm	N.D.	0,001
Aluminio, ppm	N.D.	0,2
Zinc, ppm	N.D.	3,0

CUESTIONARIO

1. Definir Índice de calidad de agua
2. ¿Qué es una curva de función?
3. Determinar el índice de calidad de los diferentes cuerpos de agua, con las variables que se pueden calcular y con la ayuda de una curva de función.
4. Interpretar sus resultados

PRACTICA N° 08

AGUA SUBTERRANEA

FUNDAMENTO:

La geohidrología (o hidrogeología) se encarga del estudio del agua subterránea, su origen, ocurrencia, movimiento y calidad. Una de las principales dificultades del estudio del agua subterránea es que ésta no puede verse directamente en el subsuelo y, en ocasiones, ocurre en ambientes complejos. Mamani, 2012

El agua subterránea es parte de la precipitación que se filtra a través del suelo hacia los estratos porosos y en ocasiones los satura de agua. Se mueve lentamente hacia los niveles bajos, generalmente en ángulos inclinados (debido a la gravedad) y, eventualmente, llegan a los manantiales, los arroyos, lagos y océanos. Mamani, 2012

Un par de factores importantes son los responsables de la existencia del agua subterránea: la gravedad, que mueve al agua hacia el centro de la Tierra, y el tipo de rocas, que de acuerdo con su porosidad, almacenarán más o menos agua. Mamani, 2012

Debido a que el agua subterránea se mueve a través de las rocas y la tierra del subsuelo, puede fácilmente disolver sustancias durante este movimiento. Por dicha razón, el agua subterránea muy frecuentemente puede contener más sustancias que las halladas en el agua superficial. Mamani, 2012.

En el Perú, el artículo 225 del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos, aprobado mediante Decreto Supremo 001-2010-AG, define las aguas subterráneas como los recursos hídricos que se encuentran en la etapa de circulación o almacenamiento debajo de la superficie del terreno y dentro del medio poroso, fracturas de las rocas u otras formaciones geológicas. Asimismo, añade que estos recursos hídricos necesitan para su extracción y utilización de la realización de obras particulares. Cairampoma y Villegas, 2016

El agua subterránea es una fuente vital que proporciona suministros para las áreas urbanas y rurales; se usa en la economía agrícola y beneficia tanto a los peces como a los hábitats y ecosistemas. Durante las sequías, cuando los suministros de las aguas superficiales son limitados, las aguas subterráneas ofrecen un amortiguador crítico, proporcionando un porcentaje más alto del suministro de agua (Borchers et al., 2015, mencionado por Pino y Coarita, 2018).

De acuerdo a la ANA (2013), el agua subterránea, en el Perú es una fuente de suministro para uso agrícola, doméstico, industrial y pecuario; existiendo el peligro de

sobreexplotación en los valles de Ica, Pisco, Chincha, La Yarada en Tacna y La Leche en Lambayeque. La ANA viene realizando una serie de investigaciones a través de los inventarios de fuentes de aguas subterráneas, monitoreos, estudios hidrogeológicos y modelamiento de los principales acuíferos.

OBJETIVOS:

- Determinar el ciclo del agua subterránea
- Determinar el inventario del agua subterránea del país
- Determinar las ventajas y desventajas de las aguas subterráneas en el Perú

MATERIALES:

- Material bibliográfico referente al agua subterránea
- Libreta de apuntes
- Material de diseño.

PROCEDIMIENTO

Con la ayuda de materiales bibliográficos sobre el agua subterránea elabore las siguientes tablas:

- a) Inventario de agua subterránea en las diferentes cuencas del país
- b) Las sustancias que modifican la calidad del agua de los acuíferos
- c) Inventario y Evaluación de las Fuentes de Agua Subterránea de la Ciudad de Pucallpa y Yarinacocha

CUESTIONARIO:

1. Defina agua subterránea
2. Defina acuíferos
3. Defina calidad de agua subterránea
4. Mencionar las ventajas y desventajas del agua subterránea
5. Mencione la evaluación de los recursos hidrológicos subterráneos realizados en Perú
6. Diseñe el flujo de agua subterránea
7. De acuerdo a los datos obtenidos en las aguas subterráneas de Pucallpa y Yarinacocha compare con los límites permisibles de agua potable.

PRACTICA N° 09

AGUA RESIDUAL

FUNDAMENTO:

Las aguas residuales, son aquellas aguas cuyas características originales han sido modificadas por actividades humanas y que por su calidad requieren un tratamiento previo, antes de ser reusadas, vertidas a un cuerpo natural de agua o descargadas al sistema de alcantarillado. OEFA, 2014

Las aguas residuales, están compuestas por materias orgánicas e inorgánicas que sin tratamiento apropiado constituyen un elevado riesgo para la salud pública y para el ambiente. Méndez y Marchán, 2008.

La disposición de aguas residuales sin tratamiento alguno y las aguas residuales tratadas inadecuadamente contaminan los cuerpos de agua natural. A su vez, por infiltración en el subsuelo contaminan las aguas subterráneas, por lo que se convierten en focos infecciosos para la salud de las poblaciones, así como para la flora y fauna del lugar. OEFA, 2014.

El tratamiento de AR consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en el agua. Culqui, 2014

La cobertura de tratamiento de aguas servidas se estimó en 27% a nivel nacional en el año 2007 (SUNASS, 2007). Es decir que casi las tres cuartas partes de las aguas residuales generadas no recibieron ningún tipo de tratamiento previo a su disposición final, lo cual representa un serio problema de contaminación al medio ambiente. La cobertura de tratamiento de aguas residuales en el año 1997 fue de un 13%.6. En el año 2005 solamente dos empresas trataron todas sus aguas negras, entre ellas la empresa de la Provincia de Marañón.

La gran mayoría de las aguas residuales del área metropolitana de Lima-Callao se descargan sin tratamiento al mar, resultando en una fuerte contaminación de las playas.

La población de América Latina se encuentra concentrada en ciudades en más de un 80%. Sin embargo, la provisión de agua es insuficiente. Más aun, el 70% de las aguas residuales no tienen tratamiento, lo cual dificulta alcanzar el ciclo del agua, particularmente por el reúso del agua debido a su contaminación.

En Perú, solamente se ha ejecutado el 30% de la inversión pública en tratamiento de agua, de acuerdo al Plan Nacional de Saneamiento Urbano y Rural 2006-2015.

La contaminación del agua ocurre a niveles primario, secundario y terciario de las fuentes de agua. Las sustancias que contaminan el agua son orgánicas e inorgánicas. En todos los casos, la contaminación del agua pone a la Salud Pública en peligro, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS). Una preocupación es la contaminación del agua, que proviene de la presencia de altos niveles de arsénico inorgánico, plomo y cadmio por las consecuencias negativas tales como cáncer, diabetes mellitus, y enfermedades cardiovasculares. Larios, et al. 2015

OBJETIVOS:

- Identificar las clases de aguas residuales
- Determinar los pasos básicos para el tratamiento de aguas residuales
- Determinar el Manejo de las aguas residuales municipales
- Identificar a las Entidades vinculadas a la fiscalización ambiental de las Aguas Residuales municipales en el Perú.

MATERIALES:

- Material bibliográfico referente a aguas residuales
- Libreta de apuntes
- Material de diseño.

PROCEDIMIENTO

Con la ayuda de materiales bibliográficos sobre aguas residuales, elabore los siguientes:

- a) Una tabla sobre la clasificación de aguas residuales.
- b) Una tabla indicando los pasos básicos para el tratamiento de aguas residuales
- c) Una tabla demostrando los Tipos de Tratamiento existentes para aguas residuales domésticas
- d) Una tabla señalando a las entidades vinculadas con fiscalización ambiental de las Aguas Residuales municipales en el Perú, señalando sus respectivas funciones.
- e) Una tabla indicando Marco legal de aguas residuales domesticas en el Perú y roles de las Entidades competentes
- f) Diseñar el Ciclo de manejo de las aguas residuales municipales

CUESTIONARIO:

1. Defina aguas residuales.
2. Indique cuáles fueron los principales referentes para el tratamiento de aguas residuales
3. Indique cuál es el costo beneficio de una planta de tratamiento de aguas residuales domésticas en el Perú.
4. Explique la Situación del arsénico en el agua potable de Perú
5. Defina Límites máximos permisibles y Estándares de calidad de agua.
6. Describa el impacto ambiental de las aguas residuales.

PRACTICA N° 10

ESTUDIO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)

FUNDAMENTO:

El agua residual tratada, constituye un valioso recurso que podría sustituir un importante volumen de agua de primer uso, en actividades que no requieren de la calidad de agua potable. El impacto de dicho tratamiento incidirá principalmente en la reducción de los riesgos para la salud pública, la vulnerabilidad de los acuíferos a la contaminación; la conservación original de la calidad de las aguas en las fuentes naturales superficiales y subterráneas y un mejor aprovechamiento por su disponibilidad continua. Fernández, 2008

Es evidente que las limitadas prácticas de manejo de las aguas residuales no son planeadas ni controladas adecuadamente y generan volúmenes considerables de infiltración, con el peligro de contaminar los acuíferos que se utilicen para el abastecimiento de agua potable en las ciudades, constituyéndose en una fuente difusa de contaminación continua. Fernández, 2008

El Tratamiento planificado y controlado de grandes volúmenes de agua residual, se constituye en fuente alternativa para proveer el abastecimiento de agua con un amplio rango de propósitos poblacionales, industriales, agrícolas y recreativos. Si se reusa, el efluente de las plantas de tratamiento puede generar ingresos para el municipio que trata el agua y también conservar los escasos recursos hídricos, principalmente de las zonas áridas de la vertiente del Pacífico. Fernández, 2008

Actualmente alrededor de 40 m³/s de agua residual sin tratamiento, es entregado a fuentes superficiales y cerca de 4 000 hectáreas de tierras agrícolas son regadas con dichas aguas.

El tratamiento de las aguas servidas, también es un factor importante en la protección de la salud pública y del medio ambiente, puesto que la volcadura de aguas residuales sin tratamiento previo en un cuerpo receptor, es una fuente de contaminación. Rossi, 2010

El agua residual tratada, constituye un valioso recurso que podría sustituir un importante volumen de agua de primer uso, en actividades que no requieren de la calidad de agua potable. Fernández, 2008

La Ley de Recursos Hídricos (promulgada en el 2009) establece que las plantas de tratamiento nuevas deben contar con autorización de vertimiento o reúso. Con la implementación de la Resolución Ministerial N.º 270-2014-VIVIENDA se exige

explícitamente que toda PTAR nueva cuente con su instrumento ambiental aprobado para acceder al financiamiento para su construcción, por lo que se espera que en el futuro todas las PTAR nuevas cuenten con su instrumento ambiental aprobado. SUNASS, 2015

OBJETIVOS

- Identificar una Planta de Tratamiento de aguas residuales PTAR
- Explicar el funcionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales.
- Describir los diferentes PTAR que existen en el país.

MATERIALES

- Material Bibliográfico, relacionado a una planta de tratamiento de aguas residuales
- Libreta de apuntes,
- materiales de diseño (lápiz, borrador, regla, etc).

PROCEDIMIENTO:

Con la ayuda de bibliografías se procederá a adquirir conocimientos detallado de una planta de tratamiento de aguas residuales PTAR. Para ello se indica investigar los siguientes links

1. <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5636>
2. http://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/libro_ptar_gtz_sunass.pdf
3. [http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_Sica/Modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/1201286851_Manual%20de%20operacion%20y%20mantenimiento%20\(%20PTAP%20-%20PTAR\).pdf](http://minos.vivienda.gob.pe:8081/Documentos_Sica/Modulos/FTA/SECCION%20IV/4.14/1201286851_Manual%20de%20operacion%20y%20mantenimiento%20(%20PTAP%20-%20PTAR).pdf)
4. https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
5. <https://www.iagua.es/noticias/peru/14/07/08/asi-funciona-la-ptar-de-la-ciudad-peruana-de-iqitos-51776>
6. <https://www.proinversion.gob.pe/ptar-puerto-maldonado/docs/ppt/Viceministro-Julio-Kosaka-MVCS-ESP.pdf>

CUESTIONARIO:

1. ¿Cuál es la importancia de que una ciudad debe contar con una PTAR?
2. Mencione las indicaciones para el funcionamiento correcto de una PTAR:
3. ¿Cuál es el costo que se requiere para la construcción de una PTAR?
4. ¿Cuáles son los procesos que se aplica en una planta para tratar aguas residuales?
5. Mencione la seguridad y salud que se debe tomar en cuenta dentro de la PTAR
6. Diseñe un diagrama de flujo de la PTAR

7. ¿Indicar las actividades a realizar para la Operación y Mantenimiento de una PTAR?
8. ¿Cuántas PTAR se han construido en el país y en cuáles ciudades?
9. ¿Cuáles son los problemas de fondo que se presentan en la elaboración del diseño de una PTAR?
10. Mencione las instituciones vinculadas con la fiscalización ambiental de las aguas residuales.

PRACTICA N° 11

VISITA A LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN IQUITOS. (PTAR)

FUNDAMENTO:

De acuerdo a la Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos – 2016, la Autoridad Nacional del Agua (ANA), mencionado por Aquino, 2017 identificó 41 unidades hidrográficas, cuyos parámetros de calidad exceden los ECA-Agua, siendo la causa principal el vertimiento de aguas residuales industriales, domésticas y municipales.

La Dirección de Gestión de Calidad de los Recursos Hídricos (DGCRH) de la ANA, a través de un diagnóstico elaborado el año 2012, muestra las principales fuentes de contaminación y origen, siendo uno de ellos el vertimiento de aguas residuales municipales propias de la influencia de las actividades humanas en las ciudades, Aquino, 2017.

El tratamiento de aguas residuales consta de etapas o procesos con diferentes características que contribuyen a un nivel de purificación. Dentro de los procesos del tratamiento se encuentra la autodepuración. En esta etapa, los microorganismos y algas comparten la función de descomponer los desechos, gracias a la metabolización de las sustancias. Es aquí cuando se transforma todas las sustancias simples en dióxido de carbono, nitrógeno, entre otras. También cabe señalar que, dentro del proceso de autodepuración, se encuentra la acción de microorganismos para absorber sustancias orgánicas (Metcalf y Eddy, 1995, mencionado por Arce, 2013

A pesar de estos procesos de descomposición orgánica, se deben eliminar patógenos que causan enfermedades a la salud e higiene de las personas. Esta eliminación requiere de fases que tengan como resultado estándares que cuiden el bienestar humano y ambiental. Todas estas fases se realizarán dentro de una planta, llamada planta de tratamiento de aguas residuales. Arce, 2013.

Con respecto a la planta de tratamiento, se deberá buscar en todo momento, un diseño eficiente y económico que satisfaga la necesidad de la población específica en un tiempo específico, incluyendo un plan de mantenimiento y revisión constante.

En nuestra sociedad, hemos podido observar a través de la historia, la carencia de una cultura de operatividad y mantenimiento en los sistemas de agua y desagüe. Es así que también se busca en una planta de tratamiento, que el diseño se amolde a la realidad

nacional, sin que esta involucre efectos secundarios como por ejemplo malos olores, que incomoden y hagan peligrar la salud de las personas que habitan cerca. Finalmente, en el diseño de una planta de tratamiento se busca tener mucho cuidado en aspectos como el caudal, el uso final del agua tratada, el área empleada, la viabilidad económica, entre otros. Rossi, 2010,

La planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en Asentamiento Humano “Nuevo Versalles”, Distrito de Punchana, ha sido construida durante el año 2011 y culminada en enero del 2012, por la Empresa China International Water & Electric, y la autoridad regional lo ha trazado como un gran mega proyecto que ubicaría a Iquitos como una de las mejores ciudades del país en lo que respecta a tratamiento de aguas servidas y no contaminar las aguas de los ríos circundantes. (Diario “La región”, 2011)

El vicepresidente regional declaró que la semana pasada ya se han realizado pruebas con el flujo de aguas servidas procedentes de 280 viviendas de Nuevo Versalles. Es una ala más que suficiente para trabajar con ella, pues la PTAR tiene una proyección a futuro de 100 mil viviendas, por lo que se está aplicando toda la tecnología del caso para terminarlo adecuadamente de acuerdo con el expediente técnico”. Diario Pro y Contra, 2013

OBJETIVOS

- Identificar in situ la Planta de Tratamiento de aguas residuales PTAR de Iquitos
- Explicar la capacidad del PTAR de Iquitos
- Describir el funcionamiento del PTAR de Iquitos

MATERIALES

- Material Bibliográfico, relacionado a la planta de tratamiento de Iquitos
- Libreta de apuntes,
- materiales de diseño (lápiz, borrador, regla, etc).

PROCEDIMIENTO:

Con la ayuda de un guía de la PTAR-Loreto se procederá a conocer toda la infraestructura del PTAR.

CUESTIONARIO:

1. Cuál fue el costo que generó la construcción de la PTAR de Iquitos?
2. ¿Cómo funciona la PTAR de Iquitos?

3. ¿Mencione los problemas ambientales y sociales que se han suscitado producto de esta obra en los principales asentamientos humanos ubicados en la periferia del PTAR – IQUITOS
4. Comentar la situación actual de la PTAR de Iquitos.
5. Mencione los impactos generados en la construcción del PTAR.

PRACTICA N° 12

GESTIÓN DEL RECURSO HIDRICO

FUNDAMENTO:

La gestión de los recursos hídricos en el Perú, actualmente cuenta con una arquitectura legal hacia su uso sostenido, muestra de ello es la reciente aprobación de la Ley N° 30588, Ley que aprueba la reforma de la Constitución peruana reconociendo el derecho al acceso al agua potable como un derecho constitucional. Pese a ello, es un desafío conectar la etapa del vertimiento y el reúso de las aguas residuales tratadas, dentro de la gestión integrada el recurso hídrico. De integrarse esta etapa dentro del proceso integral de la gestión y uso del agua, habremos avanzado significativamente hacia una gestión eficiente del recurso hídrico en nuestro país, bajo la sostenibilidad de la calidad del agua para consumo humano, aliviando a muchas cuencas hidrográficas que tienen presión, por demanda hídrica y por descarga de vertimientos formales, informales e ilegales. Aquino, 2017

Nuestro país, no dispone de los recursos adecuados para gestionar los recursos hídricos y aguas residuales de forma responsable, eficiente y sostenible. Existen barreras de carácter institucional, financiero y normativo que impiden acelerar el ritmo en dicho ámbito. A razón de ello, se vienen desarrollando acciones, desde la sociedad civil y el Estado, para construir una visión de país en materia del tratamiento y reúso de aguas residuales dentro del marco de cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible trazados al año 2030 y las metas de universalización del servicio de agua y saneamiento. Aquino, 2017.

Según la Ley de Recursos Hídricos de nuestro país (2009) «El agua es un recurso natural renovable, indispensable para la vida, vulnerable y estratégico para el desarrollo sostenible, el mantenimiento de los sistemas y ciclos naturales que la sustentan, y la seguridad de la Nación» (4). En la Política de Estado sobre los Recursos Hídricos (2012) el Estado se compromete a «[...] cuidar el agua como patrimonio de la Nación y como derecho fundamental de la persona humana al acceso al agua potable, imprescindible para la vida y el desarrollo humano de las actuales y futuras generaciones. Se debe usar el agua en armonía con el bien común, como un recurso natural renovable y vulnerable, e integrando valores sociales, culturales, económicos, políticos y ambientales» Para esto, entre otras medidas, el Estado dará prioridad al abastecimiento de agua en cantidad y calidad adecuadas para el consumo humano y la seguridad alimentaria; y asegurará el acceso universal al agua potable y saneamiento a todas las poblaciones urbanas y rurales.

El Perú está adherido a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (2015) (6), cuyo ODS seis (7) es el de garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos. Aquino, 2017

La Ley N° 30588 (2017) incorpora el artículo 7-A a la Constitución Política del Perú que establece que «el Estado reconoce el derecho de toda persona a acceder de forma progresiva y universal al agua potable. El Estado garantiza este derecho priorizando el consumo humano sobre otros usos» Burstein-Roda, 2018

Estos compromisos políticos y normativas son ciertamente relevantes en un país que se caracteriza por una aguda escasez de agua y altos índices de contaminación debido a la limitada accesibilidad y administración por la alta ineficiencia en la gestión de este recurso a pesar de contar con una extraordinaria oferta hídrica. Burstein-Roda, 2018

La gestión del agua en nuestro país está sectorizada, sin canales efectivos para integrar de manera transectorial las diferentes políticas y planes relacionados con ella.

El primer paso es enfocarse en la complejidad de su gestión y en su naturaleza multifuncional para las sociedades y el medio ambiente. La gestión del agua involucra a actores no gubernamentales y a todos los sectores y niveles del gobierno, atraviesa diversas disciplinas técnicas y científicas, requiere de interrelaciones entre usos y usuarios, comprende a nuevos usos y a usos tradicionales consuetudinarios y no se puede desprender de su componente político. Burstein-Roda, 2018

El Perú se ha comprometido a implementar la GIRH en la Política de Estado sobre Recursos Hídricos y la ha declarado de interés nacional y necesidad pública en el Título I, disposiciones generales, Artículo 3 de la Ley de Recursos Hídricos, Ley No. 29338. La puesta en práctica de esta estrategia es además una de las metas del ODS 6 de las Naciones Unidas al cual está adherido nuestro país. Burstein-Roda, 2018.

El Artículo 1° del Reglamento de la calidad de agua para consumo humano, aprobada por, DS N° 031-2010-SA, se enmarca dentro de la política nacional de salud y los principios establecidos en la Ley N° 26842 - Ley General de Salud; establece las disposiciones generales con relación a la gestión de la calidad del agua para consumo humano, con la finalidad de garantizar su inocuidad, prevenir los factores de riesgos sanitarios, así como proteger y promover la salud y bienestar de la población.

OBJETIVOS:

- Identificar las entidades responsables de la gestión del recurso hídrico en Perú.
- Determinar el marco legal de la gestión del recurso hídrico en el Perú
- Determinar los objetivos de la Estrategia Nacional para la Gestión de Recursos Hídricos.
- Identificar los objetivos y funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
- Identificar los procesos de tratamiento del agua potable en Iquitos.

MATERIALES:

- Material bibliográfico referente a Gestión del recurso hídrico
- Libreta de apuntes
- Material de diseño.

PROCEDIMIENTO

Con la ayuda de materiales bibliográficos sobre la gestión del recurso hídrico elabore los siguientes:

1. Una tabla sobre el marco legal de la gestión del recurso hídrico en el Perú.
2. Un mapa mental sobre descripción de la Ley de Recursos hídricos.
3. Un diagrama de la Organización institucional de la gestión del recurso hídrico
4. Una tabla sobre el marco institucional del manejo de los recursos hídricos a nivel nacional
5. Una Tabla indicando la Instituciones que conforman el Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos del país
6. Una tabla de objetivos de la Estrategia Nacional para la Gestión de Recursos Hídricos,
7. Una tabla de objetivos y funciones de la Autoridad Nacional del Agua.
8. Una tabla los procesos de tratamiento del agua potable en Iquitos.

CUESTIONARIO:

1. Definir el Sistema Nacional de gestión de Recursos hídricos y cuáles son las instituciones que lo conforman.
2. Describa las funciones de la autoridad competente para la gestión de la calidad del agua para consumo humano.
3. Definir parámetros microbiológicos y parasitológicos
4. Definir parámetros de calidad organolépticas
5. Definir parámetros químicos inorgánicos y orgánicos
6. Describir el diagrama de flujo de los procesos de tratamiento del agua potable en Iquitos.

Bibliografía

1. Aquino E. P. 2017. Calidad del agua en el Perú. Retos y aportes para una gestión sostenible en aguas residuales. Primera edición, 2017. Lima: Editado por Derecho, Ambiente y Recursos Naturales (DAR) Jr. Huáscar N° 1415, Jesús María, Lima, Perú. 136 pp. Disponible en https://www.dar.org.pe/archivos/publicacion/176_aguasresiduales.pdf
2. Arce J. L. F. 2013. Urbanizaciones sostenibles: Descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales. Pontificia Universidad Católica del Perú. Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil, Lima, Perú. 90 p. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/4568/ARCE_LUIS_AGUAS_RESIDUALES_RESIDENCIALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y
3. Ausejo, F. Caos y orden en la gestión del agua en el Perú. Pontificia Universidad Católica Del Perú. Doctorado en Ciencias Políticas. Propuesta de investigación. Disponible en <https://escuela.pucp.edu.pe/gobierno/images/documentos/investigaciones/flavioausejo.pdf>.
4. Autoridad Nacional del Agua-ANA (2013). Situación actual y perspectivas en el Sector Agua y Saneamiento en el Perú. Trabajo presentado en el Seminario de Tecnología alemana en el rubro de Agua y Saneamiento. Lima, Perú Autoridad Nacional del Agua. Disponible en: <http://www.camara-alemana.org.pe/downloads/2-130311-ANA.pdf>.
5. Autoridad Interjurisdiccional de las cuencas de los ríos Limay, Neuquén y Negro (AIC) (2011). Índices de calidad del agua. Síntesis de la situación ambiental de la cuenca. www.aic.gob.ar/sitio/.../ica%20-%20indices%20de%20calidad%20del%20agua.pdf . Cipolletti- Argentina. 75 pág.
6. Burstein-Roda, T. 2018. Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. Rev. perú. med. exp. salud publica [online]. 2018, vol.35, n.2 [citado 2021-06-17], pp.297-303. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-6342018000200018&lng=es&nrm=iso SSN 1726-4634 . <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2018.352.3641>
7. Cairampoma A. A. y Villegas V. P. 2016. Régimen Jurídico de las Aguas Subterráneas en el Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú . Editorial de THĒMIS-Revista de Derecho aceptado el 16 de julio de 2016. 12 p. Lima-Perú Disponible en <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/themis/article/view/16757>

8. Contreras K., Contreras J., Corti M, De Sousa J. Durán M., Escalante M. (2008). El agua un recurso para preservar. Universidad de Los Andes Facultad de Medicina Escuela de Medicina Departamento de Medicina Preventiva y Social. Cátedra de Demografía. Mérida-Venezuela 24 pp. Recuperado de <http://www.eventos.ula.ve/ciudadesostenible/documentos/pdf/agua.pdf>
9. Culqui L. M. 2014. Uso de Aguas Residuales en el Perú. Autoridad Nacional del agua. Lima, Perú. 30 p. Disponible en www.ana.gob.pe/sites/default/files/.../uso_de_aguas_residuales_en_el_peru_0.pdf
10. Diario Pro y Contra 2013. PTAR se proyecta para 100 Mil Viviendas. Jul 15, 2013 Disponible en <http://proycontra.com.pe/ptar-se-proyecta/>
11. Diario “La región”, 2011. La planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en Asentamiento Humano “Nuevo Versalles. <https://diariolaregion.com>
12. Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud-MINSA. 2011. Salud Ambiental / Consumo de Agua (Salud Ambiental) / Legislación Sanitaria / Control de Calidad / Vigilancia Sanitaria, Organización & Administración / Abastecimiento De Agua. Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA. Primera edición, febrero 2011. 44 p. Lince-Lima 4-Perú Disponible en: http://www.digesa.minsa.gob.pe/publicaciones/descargas/Reglamento_Calidad_Agua.pdf
13. Félez S. M. (2012). El agua. Capítulo 1: El agua. Universidad Politécnica de Cataluña. Barcelona – España. 184 p. Recuperado en https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/20991/6263/03_Mem%C3%B2ria.pdf?sequence=4&isAllow=y
14. Fernández E. A. 2008. Aguas Residuales en el Perú, Problemática y Uso en la Agricultura. Taller Internacional sobre el Uso de Aguas Residuales en la Agricultura. Informe de País Perú. Autoridad Nacional del Agua. Ministerio de Agricultura Proyecto conjunto de FAO, UNW-DPC, UNU-INWEH para el desarrollo de capacidades para el uso seguro de aguas servidas en agricultura. 19 p. Disponible en https://www.ais.unwater.org/ais/pluginfile.php/356/mod_page/content/128/Peru%20INFORME%20DE%20PAIS.pdf
15. Etxeberria, K.S. 1998. El proyecto de investigación . Recuperado de: <http://www.sc.ehu.es/plwlumuj/WEB%20ORRIA%20KARLOS/DOKUMENTUAK/EI%20proyecto%20de%20investigacion.pdf>
16. Larios_Meoño, F.; González T. C.; Morales O. Y. (2015) Las aguas residuales y sus consecuencias en el Perú. Universidad San Ignacio de Loyola. Lima Perú. 18 p

- Disponible en www.usil.edu.pe/sites/.../revista-saber-y-hacer-v2n2.2-1-19set16-aguas-residuales.pdf.
17. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) (1980). Inventario Nacional de Lagunas y Represamientos (Perú). Lima.
 18. Mamani V. E. (2012). Propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Subterránea. Ministerio del ambiente. Viceministerio de gestión ambiental. Dirección general de calidad ambiental. Disponible en eca-suelo.com.pe/wp-content/uploads/2014/04/3.6.pdf 144 pág. Lima – Perú.
 19. Manalti, F.L 1976. La contaminación de las aguas en el Perú y el rol del Ministerio de Salud en su control. División de Preservación de Recursos de agua. Ministerio de Salud. Lima, Perú Disponible en www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan/004499/004499-03k.pdf
 20. Méndez V. J. P. y Marchán P. J. 2008. Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – SUNASS, 2008. Magdalena del Mar, Lima 17 – Perú. Cooperación Alemana al Desarrollo- GTZ/PROAGUA. 80 p. Disponible en www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/libro_ptar_gtz_sunass.pdf
 21. Ministerio de agricultura y riego (MINAGRI) y Autoridad Nacional del agua (ANA), 2015. VII Foro Mundial del Agua Corea 2015. Agua para Nuestro Futuro. La Experiencia Peruana. Informe Perú. Gobierno del Perú. Progreso para todos. Lima – Perú. 2015. Publicado el 2017. Ediciones ANA. Recuperado en <http://www.ana.gob.pe> .
 22. Ocola, S. J 2005 Protección del Agua vigilancia y control de vertimientos – PAVER. ANA. Disponible en https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/4-proteccion_del_agua_vigilancia_y_controlde_vertimientos_paver.lic.juan_ocola02.pdf
 23. Panduro, C. B. 2019. Bioacumulación de Cadmio y Plomo en la especie Hypostomus Oculus (Carachama) del Río Huallaga, Tingo María”. Tesis. Universidad Agraria de la Selva. Facultad de Recursos Naturales Renovables. Tingo María-Perú. 114 p. Disponible en <https://portal.unas.edu.pe/sites/default/files/epimnr/BIOACUMULACION%20DE%20CADMIO%20Y%20PLOMO%20EN%20LA%20ESPECIE%20Hypostomus%20oculeus%28CARACHAMA%29%20DEL%20R%C3%8DO%20HUALLAGA%2C%20TINGO%20MARIA.pdf>
 24. Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental-OEFA. 2014. Aguas Residuales –OEFA. Lima, Perú. 42 p. Primera Edición: abril 2014. Disponible en https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827
 25. Peña, J. E. y Gómez, C. J.; Montoya, T. H. Sánchez, T y Tapia, L; Cano, N y Dextre,

- A. 2017. Acumulación de metales pesados en *Calamagrostis rigida* (Kunth) Trin. ex Steud. (Poaceae) y *Myriophyllum quitense* Kunth (Haloragaceae) evaluadas en cuatro humedales altoandinos del Perú. UNMSM, Lima 1, PERÚ. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S241332992017000200010&script=sci_abstract
26. Pino V.E, y Coarita A. F. 2018 Caracterización hidrogeológica para determinar el deterioro de la calidad del agua en el acuífero la Yarada media. 14 p. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna, Perú, email: epino68@hotmail.com disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572018000400010&lng=es&nrm=is&tlng=es
27. Rossi L. M. G. 2010. Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de Aguas Residuales en el Perú. Fondo Nacional del Ambiente del Perú-FONAM. 37 p. Lima, Perú. Disponible en [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd_nsf/0605A78F2E4189620527DC800592EF0/\\$FILE/Oportunidades_Mejoras_Ambientales.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd_nsf/0605A78F2E4189620527DC800592EF0/$FILE/Oportunidades_Mejoras_Ambientales.pdf)
28. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología-SENAMHI. (2007). Monitoreo de la calidad de agua de los ríos en el Perú. Disponible en www.senamhi.gob.pe/main_down.php?ub=est&id=hidro_monCalAgua_peru08 pdf. 14 pág. Lima-Perú
29. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento – SUNASS, 2015. Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento. Primera Edición Setiembre 2015. Disponible en: <https://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf>
30. Tamayo y Tamayo, M. 1999. Aprender a investigar módulo 5 el proyecto de investigación instituto colombiano para el fomento De la educación superior, ICFES 5TA Edición: (corregida y aumentada) 1999. Recuperado de https://www.usbcali.edu.co/sites/default/files/documentodeconsultacomplementa_rio-el_proyecto_de_investigacion.pdf
31. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2018. Guía para elaborar el Plan e Informe de Tesis y Trabajo de Investigación en la UNAP disponible en https://www.unapikitos.edu.pe/gobierno/vicerrectoradoinvestigacion/descargas/RV-001-2018-VRINV-UNAP_Guia-para-la-elaboracion-de-plan-de-tesis-UNAP.pdf

