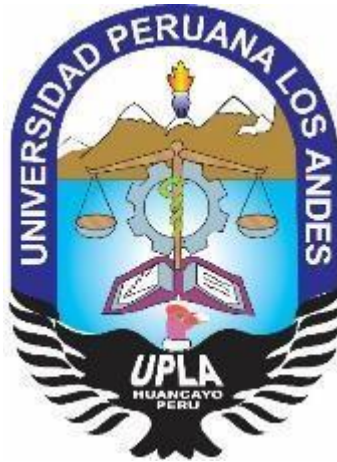


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS:

**ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LAS
AGUAS SERVIDAS PARA REHUSO EN RIEGO**

PRESENTADO POR:

Bach. RIMACHI PONCE, Melitón Heraclio

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN POR PROGRAMAS DE ESTUDIOS:

SALUD Y GESTION DE LA SALUD

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

LIMA – PERU

2021

ASESOR

Mg. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL

DEDICATORIA

En primera instancia, al Todopoderoso Señor por alumbrarme cada día y en todo instante. Asimismo, a mis adorados padres y familiares por su invaluable comprensión y respaldo total en la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente mi reconocimiento al Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil, por apoyarme en realizar esta tesis como mi asesor.

A mi alma mater por los conocimientos brindados durante los años de estudio y formación a través de los docentes que tuvimos en cada ciclo académico vivido.

HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

PRESIDENTE

JURADO

JURADO

JURADO

SECRETARIO DOCENTE

INDICE

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA | IV |
| AGRADECIMIENTOS..... | V |
| HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS..... | VI |
| INDICE..... | VII |
| INDICE DE TABLAS..... | IX |
| INDICE DE FIGURAS | X |
| RESUMEN | XI |
| ABSTRACT | XII |
| INTRODUCCIÓN | XIII |
| CAPITULO I..... | 15 |
| EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN | 15 |
| 1.1. Planteamiento del problema..... | 15 |
| 1.2. Formulación y sistematización del problema | 17 |
| 1.2.1. Problema General..... | 17 |
| 1.2.2. Problemas Específicos | 18 |
| 1.3. Justificación..... | 18 |
| 1.3.1. Práctica o social | 18 |
| 1.3.2. Científica o teórica | 18 |
| 1.3.3. Metodológica | 19 |
| 1.4. Delimitaciones | 19 |
| 1.4.1. Espacial..... | 19 |
| 1.4.2. Temporal | 21 |
| 1.4.3. Económica | 21 |
| 1.5. Limitaciones..... | 22 |
| 1.6. Objetivos | 22 |
| 1.6.1. Objetivo General..... | 22 |
| 1.6.2. Objetivos específicos..... | 22 |
| CAPITULO II..... | 23 |
| MARCO TEORICO | 23 |
| 2.1. Antecedentes | 23 |
| 2.2. Marco conceptual | 28 |
| 2.2.1. Aguas servidas o residuales | 28 |
| 2.2.2. Características de las aguas residuales | 29 |
| 2.2.3. Particularidades de las aguas residuales domésticas | 32 |
| 2.2.4. Planta de tratamiento de aguas residuales | 35 |

| | |
|---|-----------|
| 2.2.5. Procesos de tratamiento de aguas residuales | 36 |
| 2.2.6. Reúso de Aguas Servidas o Residuales | 41 |
| 2.2.7. Diagnóstico del consumo de agua | 47 |
| 2.3. Definición de términos | 47 |
| 2.4. Hipótesis | 51 |
| 2.4.1. Hipótesis General | 51 |
| 2.4.2. Hipótesis Específicos | 51 |
| 2.5. Variables..... | 52 |
| 2.5.1. Definición conceptual de la variable | 52 |
| 2.5.2. Definición operacional de la variable..... | 52 |
| 2.5.3. Operacionalización de la variable | 52 |
| CAPITULO III..... | 54 |
| METODOLOGIA | 54 |
| 3.1. Método de investigación | 54 |
| 3.2. Tipo de investigación | 55 |
| 3.3. Nivel de investigación | 55 |
| 3.4. Diseño de investigación | 55 |
| 3.5. Población y muestra | 55 |
| 3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 56 |
| 3.7. Procesamiento de la información | 56 |
| 3.8. Técnicas y análisis de datos | 57 |
| CAPITULO IV | 58 |
| RESULTADOS | 58 |
| 4.1. Caracterización de las aguas servidas del distrito de Pachacamac | 58 |
| 4.2. Caracterización del suelo..... | 66 |
| 4.3. Diagnóstico de consumo de agua potable..... | 66 |
| CONCLUSIONES | 72 |
| RECOMENDACIONES | 74 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS | 75 |
| ANEXOS..... | 77 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Clasificación de aguas residuales..... | 39 |
| Tabla 2. Clasificación industrial según el tipo de vertido..... | 41 |
| Tabla 3. Particularidades de las aguas residuales domiciliarias | 44 |
| Tabla 4. Procesos y operaciones unitarias del tratamiento de aguas residuales | 46 |
| Tabla 5. Directrices microbiológicas de la OMS para calidad de efluentes de agua residual tratada para riego | 54 |
| Tabla 6. Valores de la OMS para el riego de campos públicos | 54 |
| Tabla 7. Normas de la EPA para el riego de parques, zonas verdes y otros | 55 |
| Tabla 8. Requisitos para toma de muestra de agua servida | 66 |
| Tabla 9. Límites Máximos Permisibles para aguas servidas..... | 69 |
| Tabla 10. Resumen de ensayo – semana 1..... | 69 |
| Tabla 11. Resumen de ensayo – semana 2..... | 70 |
| Tabla 12. Resumen de ensayo – semana 3..... | 71 |
| Tabla 13. Resumen de ensayo – semana 4..... | 72 |
| Tabla 14. Resumen general de las propiedades hidráulicas analizados..... | 73 |
| Tabla 15. Resumen general de resultados frente a los LMP | 75 |
| Tabla 16. Resultados de la caracterización del suelo | 76 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Mapa de la provincia de Lima. | 31 |
| Figura 2. Mapa del distrito de Pachacamac | 32 |
| Figura 3. Proceso de pre tratamiento de aguas residuales | 47 |
| Figura 4. Tipos de tratamiento de aguas residuales | 51 |
| Figura 5. Consumo mensual de agua – Quebrada de Manchay | 77 |
| Figura 6. Volumen de uso de agua– Quebrada de Manchay | 78 |
| Figura 7. Gasto mensual de agua y desagüe – Quebrada de Manchay | 78 |
| Figura 8. Distribución del uso de agua potable – Quebrada de Manchay | 79 |
| Figura 9. Consumo anual de agua por uso – Quebrada de Manchay | 80 |

RESUMEN

El presente trabajo denominado “Análisis de las propiedades hidráulicas de las aguas servidas para rehusos en riego”, planteó como problema principal la siguiente interrogante: ¿Cuál es el análisis de las propiedades hidráulicas de las aguas servidas para rehusos en riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac? El objetivo principal fue: Analizar las propiedades hidráulicas de las aguas servidas para ser reutilizadas en el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac. Como hipótesis se planteó lo siguiente: Las propiedades hidráulicas de las aguas servidas son adecuadas para rehusos en riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.

Esta investigación hizo uso del método científico, de tipo aplicada, de nivel descriptivo- explicativo con un diseño no experimental. Como muestra se tomó a los parques y jardines en la Quebrada de Manchay. La conclusión general fue que las propiedades hidráulicas de las aguas servidas son adecuadas para el riego de parques y jardines de la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac, ya que según la caracterización realizada cumplen con estar dentro de los Límites Máximos Permisibles que exige el DS.003-2010-MINAM. Asimismo, podrá reemplazarse la utilización de agua potable pues representa el 25.8% del consumo anual para el riego de parques y jardines ahorrando 55,659.66 soles.

Palabras clave: Límites Máximos Permisibles, aguas residuales, planta de tratamiento.

ABSTRACT

The present work called "Analysis of the hydraulic properties of sewage for reuse in irrigation", raised the following question as the main problem: What is the analysis of the hydraulic properties of sewage for reuse in irrigation of parks and gardens in the Quebrada de Manchay in the district of Pachacamac? The main objective was: To analyze the hydraulic properties of the sewage to be reused in the irrigation of parks and gardens in the Quebrada de Manchay of the Pachacamac district. As a hypothesis, the following was proposed: The hydraulic properties of the sewage are suitable for reuse in irrigation of parks and gardens in the Quebrada de Manchay of the Pachacamac district.

The research made use of the scientific method, applied type, descriptive-explanatory level with a non-experimental design. As a sample, the parks and gardens in the Quebrada de Manchay were taken. The general conclusion was that the hydraulic properties of the sewage are adequate for the of parks and gardens of the Quebrada de Manchay off the Pachacamac district, since according to the characterization carried out they comply with being within the Maximum Permissible Limits required by the S.D. 003-2010- MINAM. Likewise, it will be possible to replace the use of drinking water since it represents 25.8% of the annual consumption for the irrigation of parks and gardens, saving 55,659.66 soles.

Keywords: Maximum Permissible Limits, wastewater, treatment plant.

INTRODUCCIÓN

El trabajo de grado presentado posee el nombre de “Análisis de las propiedades hidráulicas de las aguas servidas para rehuso en riego”, es el resultado de la investigación, cálculos, dimensionamiento y diseño, luego de obtener el análisis de las propiedades hidráulicas de las aguas servidas para poderlas reutilizar en diversas áreas verdes tipo parques-jardines del distrito de Manchay.

La problemática ambiental que se presenta en casi la totalidad de municipios de nuestro país a la actualidad; es la contaminación ambiental por vertimiento de aguas servidas sin utilizarlos en el riego para ahorrar en el uso de agua potable, es por ello que, se realizó un estudio de campo en la Quebrada de Manchay con el fin de monitorear los derramamientos de líquidos servidos y llevar a cabo su caracterización de propiedades hidráulicas, con el fin de detectar la tecnología más apropiada haciendo uso de la metodología precisada por el Ministerio del Ambiente para luego usar el análisis conseguido en la realización de cálculos y finalmente ser utilizadas nuevamente para el riego de parques y jardines ubicados en el distrito de Manchay. Por otra parte, para este informe, se ha estructurado el contenido en los capítulos siguientes:

El capítulo I; muestra problema de investigación, formulación y sistematización sobre problema propuesto, problema general y los específicos, la debida justificación, la delimitación de tipo espacial, delimitación temporal, delimitación económica, limitaciones, el objetivo general y los específicos acorde al tema de estudio.

El capítulo II; se presenta el marco teórico, dentro de ello se mencionan a los antecedentes usados, marco conceptual, las definiciones de

términos, las hipótesis diversas, así como la variable en estudio y sus respectivas dimensiones e indicadores.

El capítulo III; detalla la metodología investigativa, se refiere el método de investigación, su tipo, su nivel y su diseño. La población y muestra utilizada, la técnica, equipos e instrumentación manejados durante recopilación de información de estudio.

El capítulo IV; hace referencia a la exposición de resultados obtenidos durante la indagación.

El capítulo V; presenta una discusión respecto a resultados obtenidos del estudio. Al final se presenta todas conclusiones encontradas, así como recomendaciones propuestas, las respectivas referencias bibliográficas así como anexos correspondientes.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El procedimiento para tratar aguas servidas, es un recurso de tratado que incluye evoluciones físicas, fabricadas y primordiales con el fin de abordar y zarandar los contaminantes físicos, artificiales y vitales del agua, efluente del uso humano. El objetivo del tratamiento es originar agua ahora limpia o reutilizable en el ambiente y un bagazo arraigado o fango que puede ponerse para heterogéneos y originales objetivos. Los líquidos están constituidos esencialmente por los líquidos de aprovisionamiento luego de haber acontecido por las diversas obras o hábitos por parte de la villa y son generadas por viviendas, casas y áreas comerciales y artificiales. Las características de las aguas residuales indican que tipos de tratamientos debe aplicarse para tratar a estas aguas y reducir los niveles

de contaminación del cuerpo receptor.

Actualmente, la incapacidad de emisión del líquido elemento simboliza un problema mundial todo ello debido a componentes físicos, económicos u organizacionales, estas fluctúan en tiempo y espacio. Acorde a las Naciones Unidas (2006) en su documento titulado “Informe del Desarrollo Humano”, nos indica que se debe concientizar a la población mundial respecto a la usanza y encargo sostenible del líquido elemento, ya que está condicionada por la capacidad de satisfacer los requerimientos en cuantía y eficacia del agua para las actividades humanas actuales, sin impedir que las futuras generaciones sean afectadas para con sus propias necesidades.

A nivel internacional, fue llevado a cabo la “Conferencia Latinoamericana de Saneamiento” en la ciudad de Buenos Aires, país de Argentina. En este evento se informó que alrededor del 70% de los líquidos residuales producidos a nivel regional no son tratadas debidamente, la localidad ejecuta una inadecuada disposición del líquido residual, ya que la utiliza y la retorna a los recursos hídricos como ríos totalmente podrida. La dificultad se muestra en las mismas características a nivel sudamericano, donde más del 81% de los pobladores viven en ciudades, muy próximos a fuentes contaminadas, produciendo serios daños de tipo ecológico. En el caso de México tiene alrededor del 85% de los líquidos residuales de tipo municipales y de fábricas, los cuales son vertidos a cuerpos hídricos sin el más mínimo procedimiento adecuado. Acorde a Fernández, E. (2010), nos refiere que en muchos países se han hecho diversos estudios para mejorar el tratamiento de las aguas residuales municipales, es por ello que se han planteado nuevas tecnologías para optimizar el tratamiento de estos efluentes.

A nivel nacional, es decir, a nivel del Perú no somos ajenos a este tipo de casos. En nuestro país al igual que en México y algunos otros países las aguas residuales son vertidos a cuerpos hídricos sin el más mínimo procedimiento adecuado. Cada vez más se incrementa el número de

personas en todas las ciudades y por ende, es mayor cantidad de líquido residual que es generado; estas descargas de líquidos servidos poseen por lo general, inmensas cantidades de compuestos peligrosos que son dañosos a la fauna hídrica, alterando radicalmente las condiciones saludables de esas fuentes receptoras, así mismo los líquidos residuales poseen composiciones orgánicas dañinas, agentes patógenos ocasionantes de males de índole epidémico y gran parte de residuos de fábricas que son tóxicos, entre otros. Todas estas situaciones, producen serios inconvenientes para su última deposición.

A nivel regional, casi en todas las provincias de la región Lima por no decir en todas; los líquidos servidos se echan a cuerpos hídricos sin algún tratamiento antepuesto. Algunas iniciativas se han dado para tratar las aguas residuales municipales, pero la gran mayoría colapsaron debido a un mal proceso de operación y mantenimiento, además de no usar una tecnología apropiada y económicamente sostenible. Generando efectos nocivos para el ambiente, la salud etc. Debido a ello, deben ser dispuestos y mitigados de una forma que no representen un problema en la sociedad ni atente al medio ambiente donde fue instalado, como en el caso del distrito de San Juan de Lurigancho.

A nivel local, uno de los problemas que enfrenta el distrito de Pachacamac es el vertido de las aguas servidas municipales a cuerpos de aguas como el río Lurín y otros cuerpos de agua similares sin previo tratamiento. Por ello se planea el presente estudio para poder determinar las propiedades hidráulicas de las aguas servidas que son reutilizadas en el riego de diversas áreas verdes dentro de la Quebrada de Manchay.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál es el análisis de las propiedades hidráulicas de las aguas servidas para rehuso en riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac?

1.2.2. Problemas Específicos

a) ¿Cuál es la caracterización de las aguas servidas acorde a los Límites Máximos Permisibles en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac?

b) ¿Cuál es el consumo de agua potable utilizada en el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac?

c) ¿Cuál es la caracterización del suelo de los parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

La labor investigativa está enmarcada en la factibilidad de la reutilización de las aguas residuales, adoptándolas, cada vez más, en regiones con escasez del recurso agua. Esto debido a la mayor demanda de agua creciente de la población para satisfacer sus necesidades de consumo, higiene y alimentarias. Este aporte significativo en el análisis y propuesta de reuso de las aguas residuales, brinda la posibilidad de una reutilización sostenible en áreas verdes como parques y jardines, que benefician sustancialmente en la vida de la población con mayor calidad.

Se debe incentivar un adecuado manejo de aguas servidas tratadas para poder usarlas en el regado parque y jardines de la Quebrada de Manchay, para así mejorar la calidad de vida de los habitantes, con mayor precisión de los lugares con hacinamiento con un nivel de crecimiento poblacional que es producto del crecimiento población geométrico.

1.3.2. Científica o teórica

Esta investigación consiste en caracterizar los líquidos servidos usadas en el riego de parques y jardines de la Quebrada de Manchay, perteneciente al distrito de Pachacamac para obtener resultados que luego de ser analizados en un laboratorio particular se podrán contrastar con los “Límites Máximos Permisibles” (LMP) establecidos acordes al Ministerio de

Ambiente. Así también la caracterización y el cálculo del consumo de aguas servidas en el riego para obtener datos reales que servirán para poder establecer las conclusiones y sugerencias producto de este estudio.

1.3.3. Metodológica

Se justifica a través de la aplicación de una nueva metodología o técnica adecuada para el procesamiento de líquidos residuales, teniendo en cuenta que la metodología tradicional que se ha aplicado no garantiza la eficiente evacuación de las aguas residuales, completando su tratamiento para el reuso de las aguas servidas en una poza de oxidación, que elimine los residuos físicos y químicos que dañan el medio ambiente.

Los resultados y propuestas realizadas en esta investigación deben ser utilizadas para sistematizar a escenarios similares en disímiles atmósferas, tanto a nivel local, provincial y regional; instaurándose métodos de tratamiento con políticas públicas idóneas, específicamente en las municipalidades e instituciones de tipo privadas afines a esta problemática.

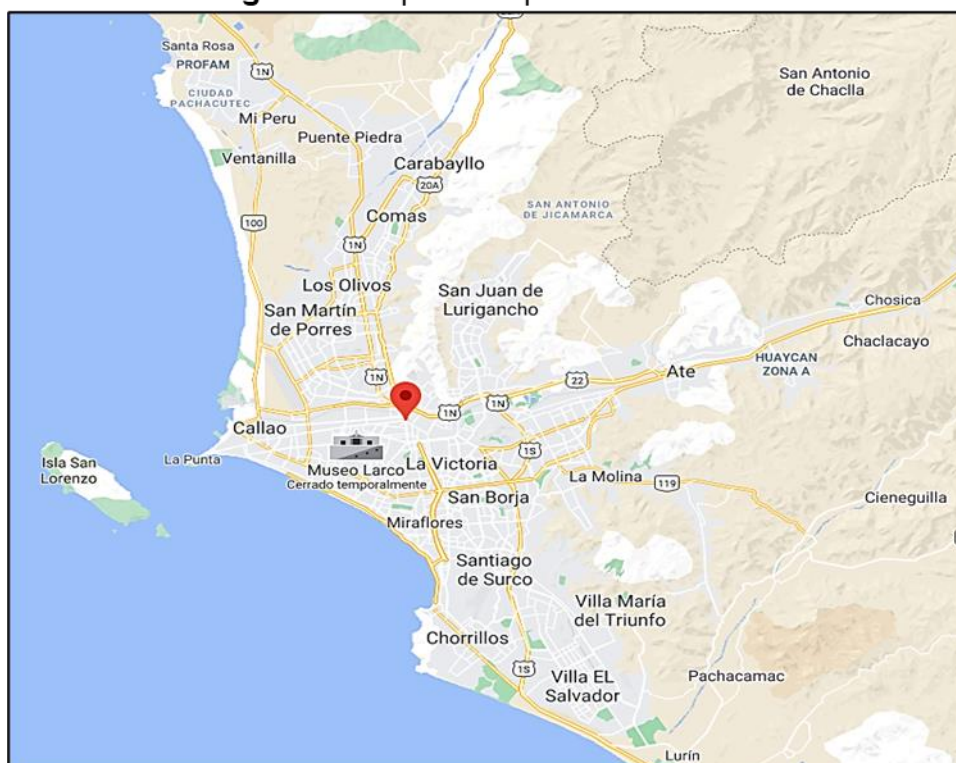
1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El distrito de Pachacámac pertenece a una lista de 42 distritos que están dentro de la provincia de Lima, situada en departamento del mismo nombre dentro del territorio peruano. Colinda al Norte con la municipalidad distrital de Cieneguilla y la municipalidad distrital de Ate Vitarte; por el Este se conecta con provincia Huarochirí; al Sur conecta cona municipalidad distrital de Lurín; finalmente al Oeste colinda con la municipalidad distrital Villa María del Triunfo y La Molina.

En esta población existen zonas de nivel social y económico medio alto, como son las franjas aledañas a los collados y riachuelos de Lurín; sin embargo, en zonas de gran ensanchamiento y de alta consistencia poblacional como "Manchay" suelen ser moradas por linajes de una etapa nivel social y económico medio bajo y bajo, e implícitamente zonas en un alto grado de indigencia o indigencia extrema.

Figura 1. Mapa de la provincia de Lima



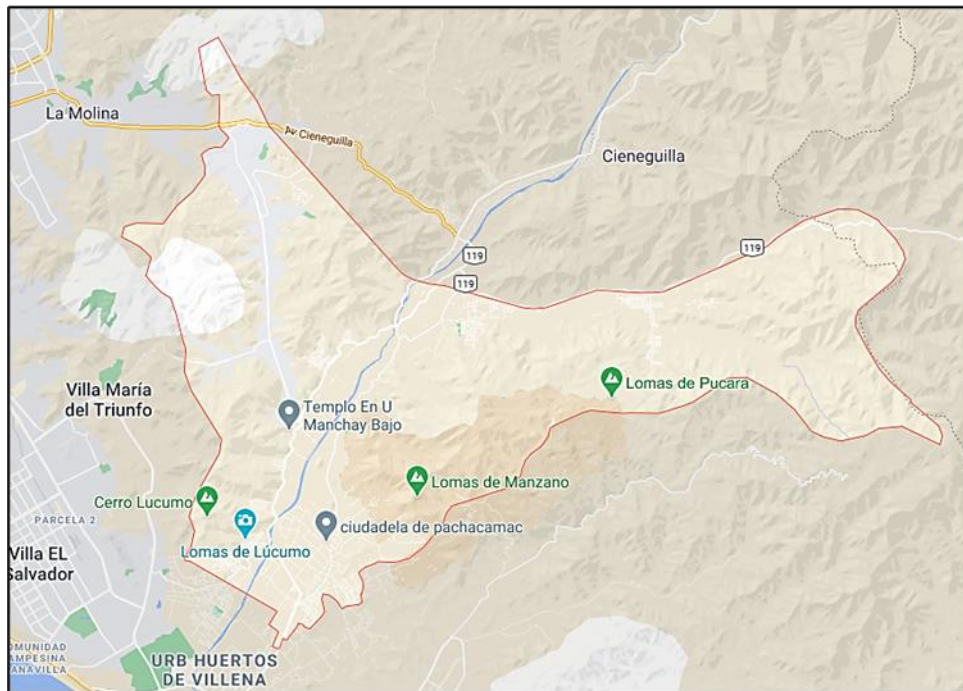
Fuente: Google Maps (2020)

Según los expertos en ambientalismo este lugar es conocido como “El último valle verde de Lima”. El espacio de la franja muestra exuberancia de guijos en su superficie, plano y serpenteado en el valle, con porciones montañosas cercando el torrente. Adicionalmente se lleva aseverando que Pachacamac se viene convirtiendo cada vez más en el lugar más verde del sur de la provincia limeña.

A continuación, mostramos algunos datos importantes sobre esta población:

- ✓ Población: 110073 habitantes
- ✓ Superficie total: 161.24 km²
- ✓ Altitud: 74 msnm
- ✓ Latitud: -12.2294
- ✓ Longitud: -76.8594 12° 13' 46" Sur, 76° 51' 34" Oeste
- ✓ Temperatura: 18°C – 22°C.

Figura 2. Mapa del distrito de Pachacamac



Fuente: Google Maps (2020)

1.4.2. Temporal

El estudio en general, que incluye recolección de datos y toma de muestras se realizó durante el segundo semestre del año 2020, específicamente entre los meses de agosto a diciembre.

1.4.3. Económica

Los medios de carácter económico y financiero para este proyecto investigativo corresponden netamente al patrimonio del tesista, no teniendo financiamiento de índole externo. El monto estructurado que involucró la realización de esta investigación, está descrito detalladamente del siguiente modo:

- ✓ Presupuesto por asesorías y servicios externos (Asesor, movilidad y toma de muestra, etc.) es equivalente a s/. 4,720.
- ✓ Presupuesto por materiales y equipos diversos usados para el desarrollo de este estudio es equivalente a s/. 380
- ✓ Resumen económico, teniendo en cuenta el pago de servicios externos, pago de bienes y equipos hace un total de s/. 5,100.

1.5. Limitaciones

La investigación presentó limitaciones como el acceso a la información solicitada, dado la emergencia sanitaria producida por el virus denominado COVID-19, ya que los medios de transporte fueron limitados para llegar hasta el lugar de estudio y recolectar los datos correspondientes durante las diversas visitas programadas.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Analizar las propiedades hidráulicas de las aguas servidas para ser reutilizadas en el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la caracterización de las aguas servidas acorde a los Límites Máximos Permisibles en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.

- b) Determinar el consumo de agua potable utilizada en el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.

- c) Determinar la caracterización del suelo de los parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Antecedentes

Nacionales

Muñoz, A. (2008): En su trabajo Monográfico, para alcanzar el título profesional de Ingeniero Industrial, denominado: “Caracterización y tratamiento de aguas residuales”, finiquita que, se cree transcendental al enfoque de líquidos residuales como una contestación de gran contrapeso a la problemática que existe hoy día en vencimiento sobre la adulteración del medio ambiente. El tema de la intoxicación y la escases de líquidos naturales ha sobrevenido en el pasado, ocurre hoy en día y con certidumbre se agravará en un futuro cercano. El consumo de este memorial aumentará, las pilas serán cada sucesión más estrecha y, en consecuencia, los despojos aumentarán no únicamente en brazada, sino igualmente en su letrilla debido a que su aglomeración de sobrecarga contaminante y sus constituyentes serán cada sucesión más perversos y más ininteligibles de enfocar. Además, las técnicas y menesteres ambientales serán justificablemente más estrictos.

Espinoza, E. (2010): En su trabajo de investigación para obtener la maestría en Gestión y Auditoría Ambientales, “Planta De Tratamiento De Aguas Residuales San Juan De Miraflores”, dice que, para que una Ptar sea diseñada acertadamente el ingeniero responsable del borrador debe: (i) caracterizar el confluente (Dbo5, Sst, Ph, audiencia de tóxicos). (ii) decretar el escalón de tratamiento requerido en peana a las desiguales alternativas de preparación final y/o reúso. (iii) Analizar las posibles disyuntivas para el abanico de enfoque ambicionado y el área vacante. (iv) Comparar los costos acierto de caudal como de operación y avituallamiento de los diversos dilemas. (v) Completar el esbozo con las observaciones redes iguales.

Moscoso, J. (2011): En su trabajo, como consultor externo en aguas residuales, presentó el “Estudio de opciones de tratamiento de aguas residuales en Lima Metropolitana”, en el cual dice que, al día de hoy cuenta con 42 plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas, que tratan todas ellas las desembocaduras domésticas recogidos por Sedapal. Concluye que el capital hoy tratado es de 3,179 l/s, equivale a solo el 18% de los 18,851 l/s de aliviaderos que vendimia Sedapal en la población. Por tal mente esta táctica pretende erigir su funda de tratamiento al 100% por medio de la implementación de los Megaproyectos de La Taboada y La Chira, que adjuntos tendrían una inteligencia de 21 m³/s.

Pinchi, J. (2013): En su investigación para lograr el Título profesional de Ingeniero Sanitario, “Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales en la disminución de la DQO, en industrias de Shanusi, Yurimaguas 2013”, concluye que, los resultados obtenidos en este examen muestran que el Sistema de tratamiento de aguas residuales de fábricas del Shanusi, si cumplen con las categorías para que el agua posterior a su procedimiento sea utilizada para dispendio y fregoteo de áreas verdes por su grado de intoxicación..

Minchola & Gonzales (2013), realizaron el estudio de investigación nombrado: “Tratamiento de las aguas residuales domesticas de la mina Barrick”, poseyendo como objetivo revisar la vitalidad de los lodazales

industriales de flujo superficial en el enfoque de los 19 líquidos residuales asistentes; además, delimitar el potencial y la viabilidad de llevarse un humedal pedante de derrame superficial en el tratamiento de los néctares residuales nacionales como una opción. Para ello la colocación del área de tratado es la minera Barrick; y, el tangible de examen está constituido por el confluente de néctares residuales sirvientas de la minera Barrick y el efluente del humedal fabricado de flujo superficial que fue erigido a ras de apostura conductor. El borrador de busca utilizó los subsiguientes razonamientos y redes como el humedal, para lo cual utilizó algunas consideraciones para su borrador, en cuanto a la recopilación de la flora, se sembró los rizosomas de la *Typha angustifolia* porque es un linaje progresista adaptable a una gran riqueza de clases ambientales. La afirmación recolectada, sobre zumos residuales sirvientas, investigaciones en los humedales pedantes de la minera Barrick, se procesaron en el lío Excel o Spss Versión 15.00, teniendo como quedado la depauperación de Ph, el brabaje residual de la tarea minera abrevio a 9,81 mg/l de 36,81 mg/l de Db05 , el oxígeno se incrementó a 3,13 mg/l de 0,25 mg/l y la agrupación del Sst disminuyó 10 mg/l de 69,32 mg/l, en cuanto a las bacterias se encontró la unión de 669 x10³ Nmp/100ml de coliformes totales disminuyendo a 96,2x10³ Nmp/100ml. En tal sentido, el boceto de profundización llevo a la tesis que, los humedales industriales de flujo superficial resultan ser ecosistemas competentes en el punto de vista de néctares residuales de una suerte segura, confiable, estética y económica; todavía, permiten una eficaz remoción de contaminantes puesto que no requieren de equipamiento de decisión adicional porque su funcionamiento se pedestal en la labora pócima de la hortaliza *Typha angustifolia*, gérmenes y sustrato, que en conjunto aplacan una depuración eficaz.

Internacionales

Egocheaga & Moscoso (2004) en su trabajo de investigación titulado: Lagunas de estabilización en Honduras “Manual de diseño, construcción, operación y mantenimiento, monitoreo y sostenibilidad”, concluyó que, de los 51.999.999 m³/día de líquidos residuales que se recogen en América Latina, se calcula que solamente 3.099.999 m³/día, o 6,2%, reciben tratamiento

adecuado antiguamente de ser dispuestas en volúmenes de líquido o labrantíos rusticas. Encima de este serio agobio, hay una línea de estar de moda para fregoteo zumo residual sin concertar (método directo) o aguada con otra poza de líquido (goce indirecto); en toda América Latina hay un mínimo de 981.446 hectáreas rociadas con líquido residual cruda o aguanosa.

Duran & Díaz (2009) en su tesis de grado para la obtención del título profesional de Ingeniero Civil, “Manual para el diseño de unidades de tipo biológico en Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en El Salvador”; concluyeron que es requerida la implementación de una observación mucho más extensa, adonde se ejecuten penetraciones directas en las vegetaciones de punto de vista y se estimen los parámetros ineludibles para el boceto, a fin de que se cuente con puntos obtenidos en el país y no se tenga la indigencia de litigar a los opuestos mediante la experimentación en otros países. Esto se obtendrá mediante la inversión en floras conductores adonde se observe el proceder del núcleo de tratamiento, puesto que estas actúan como un ser vivo y a fin de ocupar su acto es adeudado la aplicación de los conocimientos teóricos en la prueba.

Bedoya, Ardila y Reyes (2014), realizaron la investigación de grado titulada: “Evaluación de un humedal artificial de flujo subsuperficial en el tratamiento de las aguas residuales generadas en la institución universitaria colegio mayor de Antioquia, Colombia” poseyendo como objetivo aproximar la efectividad en la eliminación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos con cada macrófita singular; *Typha latifolia* y *Cyperus papyrus*. La indagación aprovechada es de especie cuantitativa, por lo cual se hace hábito de un apartamento expresivo y ilustrativo a escalera de laboratorio; en adonde, se realiza una valoración comparativa sobre la efectividad de remoción de tasa contaminante (Dbo, Dqo, Sst, Ni total, F. Coliformes, Ni, Zn) en dos cenagales personales, cada humedal utilizo una macrófita dispar. Para el ensayo de los plátanos, la ideal explotada es el elixir residual generada en la Institución Universitaria Colegio de Antioquia, su consecución se da en dos facetas; la primera, es la galopada de pre

muestreo que permite lograr una pauta representativa del jugo residual durante un tiempo de dos semanas y en el horario de dedicaciones docentes contenido entre las 7.00 A.m. y las 23:00 P.m.; la segunda apariencia es la etapa de espacio y muestreo que permitió valorar el capital promedio del efluente. El estudio se realizó siguiendo los rituales presentados en los sistemas unificados y residentes en las más recientes tiradas de los razonamientos estándar para el explicaciones de caldo y líquido residual de la relación de salubridad pública norteamericana (Apha), de la confederación norteamericana de beneficios del líquido (Awwa) y de la confederación para el cuidado de la intoxicación del refresco (Wpcf); teniendo como refluído la decisión implementar la tecnología de humedales industriales para el tratamiento de líquidos residuales asistentas en ayuntamientos de Medellín, de guisa económica y ambientalmente responsable. Al matar el tratamiento se llegó a la final que, el montón *Typha latifolia* mostró un mejor provecho que la orden *Cyperus papyrus* en vencimientos de la dimensión de elixir obtenida en el efluente, cumpliendo 16 con los grados máximos de remoción prohibidos por la normatividad colombiana.

Agudelo & Puñuelo (2016) elaboraron el trabajo de grado universitario designado: "Optimización del tratamiento de aguas residuales de cultivos de flores usando humedales contruidos de flujo subsuperficial horizontal", poseyendo como objetivo perfeccionar un sistema de enfoque de líquidos residuales de cultivos de elites, con el amén de prosperar la competencia en la remoción de los contaminantes, usando humedales contruidos de derramamiento sub superficial horizontal. Para conseguir el objetivo se utilizó la subsiguiente metodología, se seleccionó un opúsculo de género exploratorio experimental; la cual se efectúa en dos épocas, la primera, consiste en el empleo fisicoquímico y cardinal del método de enfoque; y, la segunda, reside en ejecutar el acoso de la remoción de los contaminantes durante nueve meses, en tal sentido, se monitoreó la Dqo, Dbo, St, Sst, Ph y oxígeno fundido. El esquema de pesquisa permitió planear el método de tratamiento con tres humedales, el primer y segundo humedal contenía la género de *Typha domingensis* y en el último no se plantó ninguna cubierta vegetal; de las cuales se obtuvieron paradigmas tomadas en la plaza y salida

del método de punto de vista y en el efluente de cada humedal, después se utilizó la evidencia Shapiro-wilk para escudriñar los números obtenidos; igualmente, para medir las diferencias entre los efluentes de los humedales se aplicaron testificaciones no paramétricas de Friedman y Wilcoxon. Por tanto el concluido logrado fue completar la competencia del procedimiento de tratamiento en 7,2% para la Dbo, 4,3% para la Dqo, 56,8% St y 117,3% Sst; llegando a la exposición que, la orden Typha domingensis disminuyo la concurrencia de Dqo y favoreció la capacidad del uso de punto de vista.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Aguas servidas o residuales

Se incluye el concepto que es “la mezcla de aguas residuales domesticas con aguas de drenaje pluvial o con aguas residuales de origen industrial, siempre que estas cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado”. Reglamento Nacional de Edificaciones (2006).

Asimismo se precisa que “dentro de las distintas clasificaciones que pueden establecerse de las aguas residuales, uno de los esquemas más generalmente usado por su simplicidad, es el que las identifica por su procedencia” (Hernández, 2000).

Tabla 1. Clasificación de aguas residuales

| | | |
|--|--------------|--------------|
| Clasificación de aguas residuales | Drenaje | |
| | Escorrentía | |
| | Domesticas | Fecales |
| | | Limpieza |
| | Industriales | Comerciales |
| | | Industriales |
| | Agrarias | Agrícolas |
| | | Ganaderías |

Fuente: Hernández (2000)

2.2.2. Características de las aguas residuales

Acorde a (Eddy, 1998) “La caracterización de las aguas residuales puede hacerse de muchas maneras, dependiendo de su propósito específico; sin embargo, vale la pena anotar que toda caracterización de las aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado”. Con el fin de asegurar representativamente el cumplimiento de normas estándares que aseguran precisión y exactitud en los resultados.

Para (Rolim, 1987) precisa que “La composición de las aguas residuales resulta de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua, que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de recreo, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual”.

- Aguas residuales de origen doméstico

Desde el punto de vista de (Egocheaga, 2004) precisa que “Son aquellas aguas utilizadas con fines higiénicos (sanitarios, cocinas, lavando, etc.) Consistentes básicamente en residuos desechados por los humanos, que llegan a las redes de alcantarilla por medio de las descargas de las

instalaciones hidráulicas de los hogares, tiendas diversas, públicos y similares”.

- Aguas residuales de origen industrial

(Arundel, 2002) manifiesta que “Las aguas residuales industriales son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos, no sólo de una industria a otra, sino también dentro de un mismo tipo de industria. Éstas son más contaminadas que las aguas residuales urbanas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar” (pág. 15).

A veces, “las industrias no emiten vertidos de forma continua, sino únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial” (Arundel, 2002). También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día.

Debido a ello (Ayala C. y Díaz E., 2008) indican que por “su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso”. Por otra parte, “las industrias se pueden clasificar en cinco grupos de acuerdo con los contaminantes específicos que arrastran las aguas residuales” (Muñoz, 2008).

Tabla 2. Clasificación industrial según el tipo de vertido

| | | |
|---|--|---|
| Clasificación de las industrias según sus vertidos | 1. Industrias con efluentes principalmente orgánicos | -Papeleras -Azucareras -Mataderos -Curtidos. -Conservas (vegetales, carnes, pescado, etc) -Lecherías y subproductos -Fermentación (fabricación de alcoholes, levaduras, etc.) -Preparación de productos alimenticios (aceites y otros) -Bebidas -Lavanderías |
| | 2. Industrias con efluentes orgánicos e inorgánicos | -Refinerías y Petroquímicas -Coquerías. -Textiles -Fabricación de productos químicos |
| | 3. Industrias con efluentes principalmente inorgánicos | -Limpieza y recubrimiento de metales -Explotaciones mineras y salinas -Fabricación de productos químicos inorgánicos |
| | 4. Industrias con efluentes con materias en suspensión | -Lavaderos de mineral y carbón -Corte y pulido de mármol y otros minerales -Laminación en caliente y colada continua |
| | 5. Industrias con efluentes de refrigeración | -Centrales térmicas -Centrales nucleares |

Fuente: Muñoz (2008)

- Aguas residuales de origen agrícola

En función a (Ayala C. y Díaz E., 2008) “son aguas procedentes de actividades agrícolas y ganaderas. El tratamiento de este tipo de aguas no debe pasar por desapercibido debido al grado de contaminación que pueden originar. Además de contener sustancias similares a los vertidos de origen doméstico, pueden contener productos característicos de la actividad agropecuaria, tales como fertilizantes, biocidas, estiércol, etc”. En esa misma línea (Ayala C. y Díaz E., 2008) nos indican que “para el caso de los fertilizantes es importante resaltar que antes eran de origen orgánico y actualmente son casi sustituidos por fertilizantes de tipo inorgánico, tales como sulfato, nitratos, fosfatos, etc., de especial incidencia en la

contaminación de aguas”.

2.2.3. Particularidades de las aguas residuales domésticas

A continuación, (Ayala C. y Díaz E., 2008) describen brevemente como “constituyentes físicos, químicos y biológicos de las aguas residuales, los contaminantes importantes de cara al tratamiento de las aguas, los métodos de análisis, y las unidades que se emplean para caracterizar la presencia de cada uno de los contaminantes en el agua residual” (pág. 24).

- Rasgo físico

Para (Durán, 2008) es “la característica física más importante del agua residual es el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad”.

- Rasgos químicos

Son principalmente “el contenido de materia orgánica e inorgánica, y los gases presentes en el agua residual. La medición del contenido de la materia orgánica se realiza por separado por su importancia en la gestión de la calidad del agua y en el diseño de las instalaciones de tratamiento de aguas” (Durán, 2008).

- Rasgos químicos de materia orgánica

Acorde a (Crites, 2000) “Los compuestos orgánicos están formados por combinaciones de carbono, hidrógeno y oxígeno, con la presencia, en algunos casos de nitrógeno. También pueden estar presentes otros elementos como azufre, fósforo o hierro”. En razón a ese criterio “los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas (40-60%), hidratos de carbono (25-50%) y grasas y aceites (10%)” (Crites, 2000).

Por muchos años, se han perfeccionado disímiles exámenes para la determinación del contenido armónico de los líquidos residuales.

Generalmente, las disímiles metodologías pueden catalogarse en dos grupos como lo indica (Espinoza, 2010) y estas son “un grupo para determinar altas concentraciones de contenido orgánico, mayores a 1 mg/l, y otro grupo para determinar las concentraciones de .001 mg/l a 1 mg/l”.

El primer grupo incluye los siguientes ensayos de laboratorio:

- a) Demanda bioquímica de oxígeno (DBO5)
- b) Demanda química de oxígeno (DQO)
- c) Carbono orgánico total (COT).
- d) Determinación del impacto en el medio receptor.

En el segundo grupo de ensayos, para poder determinar concentraciones por debajo de 1 mg/l a nivel de traza, se requiere de procedimientos y técnicas como la cromatografía (de gases) y la espectroscopia (de masa).

- Rasgos químicos de materia inorgánica

En este aspecto (Alasino, 2009) indica que “Son varios los componentes inorgánicos de las aguas residuales y naturales que tienen importancia para la determinación y control de la calidad del agua. Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan tanto por el contacto del agua con las diferentes formaciones geológicas, como por las aguas residuales, tratadas o sin tratar, que a ella se descargan. Las aguas naturales disuelven parte de las rocas y minerales con los que entran en contacto” (pág. 19).

En este aspecto (Alasino, 2009) indica que “Son varios los componentes inorgánicos de las aguas residuales y naturales que tienen importancia para la determinación y control de la calidad del agua. Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua aumentan tanto por el contacto del agua con las diferentes formaciones geológicas, como por las aguas residuales, tratadas o sin tratar, que a ella se descargan. Las aguas naturales disuelven parte de las rocas y minerales con los que entran en contacto” (pág. 19).

Los líquidos residuales, excepto casos puntuales de determinados residuos industriales, no suelen tratarse ni hacer ningún proceso con el objetivo específico de eliminar los componentes inorgánicos que se reúnen en el transcurso del ciclo de uso.

- Rasgos biológicos

Arce (2013) precisa que “para el tratamiento biológico se deben de tomar en cuenta las siguientes características del agua residual: principales grupos de microorganismos presentes, tales como bacterias, hongos, algas y organismos patógenos, los cuales son los principales causantes de enfermedades gastrointestinales como fiebre tifoidea, diarreas, disenterías y cólera”. Debido al alto grado de infecciosidad de los organismos mencionados líneas arriba, todos los años resultan ser los responsables de un amplio número de decesos en países con insuficientes recursos sanitarios, en especial en franjas de clima tropical.

Tabla 3. Particularidades de las aguas residuales domiciliarias

| ORIGEN DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMICILIARIAS | PARTICULARIDADES | |
|--|------------------|---|
| SS.HH. | Microbiológico | Concentración variable de microorganismos. |
| | Biológico | Baja concentración de materia orgánica biodegradable. |
| | Físico | Alta concentración de sólidos, pelo, pelusa y valores altos de turbidez. |
| | Químico | Sodio, fosfatos, boro, agentes tensioactivos, amoníaco y nitrógeno. |
| LAVANDERIA | Microbiológico | Concentración variable de microorganismos dependiendo del tipo de ocupantes. |
| | Biológico | Alta concentración de materia orgánica biodegradable. |
| | Físico | Alta concentración de sólidos, pelusa y valores altos de turbidez. |
| | Químico | Sodio, fosfatos, boro, agentes tensioactivos, amoníaco y nitrógeno, todo procedente de los detergentes (sobre todo el polvo) y de la suciedad de la ropa. |
| COCINA | Microbiológico | Concentración variable de microorganismos. |
| | Biológico | Alta concentración de materia orgánica biodegradable. |
| | Físico | Restos de comida, aceites, grasas y turbidez. |
| | Químico | Detergentes y otros productos de limpieza. |

Fuente: Palma (2009)

2.2.4. Planta de tratamiento de aguas residuales

Tal como indica (Alasino, 2009) 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”. Así también el (MVCS, 2013) acota 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”.

Según Egocheaga & Moscoso (2005), “el grado de tratamiento necesario puede determinarse comparándose las características del agua residual cruda con las exigencias del efluente correspondiente” (p.18). Como vimos anteriormente que existen características físicas, químicas y biológicas, dando lugar a los procesos y operaciones unitarias, que estas dan lugar también, al tratamiento primario, secundario y terciario o avanzado, que se describen a continuación en la siguiente tabla:

Tabla 4. Procesos y operaciones unitarias del tratamiento de aguas residuales

| | | |
|---|-------------------------------|--|
| Procesos y operaciones unitarias del tratamiento de aguas residuales | Operaciones físicas unitarias | Son los métodos de tratamiento en donde predomina la acción de fuerzas físicas como: el desbaste, mesclado, floculación, sedimentación, flotación, transferencia de gases y filtración. |
| | Procesos químicos unitarios | Son los métodos de tratamientos en los cuales la eliminación o conversión de los contaminantes se consiguen con la adición de productos químicos o gracias al desarrollo de ciertas reacciones químicas; así tenemos la precipitación, adsorción, y la desinfección. |
| | Procesos biológicos unitarios | Son los procesos de tratamiento en los que la eliminación de contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica; por ejemplo tenemos la eliminación de sustancias orgánicas biodegradables presentes en el agua residual en forma, tanto coloidal, como en disolución. |

Fuente: Egocheaga & Moscoso (2005)

2.2.5. Procesos de tratamiento de aguas residuales

- Pre tratamiento

En este proceso (Mejias, 2010) menciona para esta fase “se

pretende separar del agua residual tanto con operaciones físicas como operaciones mecánicas, la mayor cantidad de materias que por su naturaleza o por su tamaño generen problemas (obstrucción de tuberías y bombas, depósitos de áreas, rotura de equipos, etc.) en tratamientos posteriores, consta de los siguientes procesos” (pág. 22).

Figura 3. Proceso de pre tratamiento de aguas residuales



Fuente: Muñoz (2008)

- Tratamiento primario

Es llamado también clarificación, sedimentación o decantación. Ya que en esta etapa de tratamiento “el agua residual se deja decantar durante un periodo de aproximadamente 2 horas en un tanque de decantación y producir así un efluente líquido clarificado y un fango líquido-sólido llamado fango primario” (Mejias, 2010). El objetivo es producir un efluente líquido de calidad aprovechable para la siguiente etapa de tratamiento. En dicho tratamiento “se lleva a cabo una sedimentación en reposo con recogida de materia flotante y grasa, así como la eliminación del lodo sedimentado” (Mejias, 2010). Algunos de los procesos de muestran a continuación.

- **Neutralización:** Nos fundamenta (Moscoso, 2011) que “es la adición de

álcali o de un ácido a un residuo, para obtener un rango de pH cercano a 7.0 y se usa para proteger fuentes receptoras de descargas alcalinas o ácidos fuertes; asegurando una capacidad tampona suficiente para mantener dicho pH, el cual es importante para ejercer control de la corrosión y la presencia de orín en las tuberías y accesorios de fontanería”. Por ende, “la neutralización de aguas ácidas se hace agregando cal, óxido de cal, hidróxido de magnesio o hidróxido de sodio; siendo la cal la más usada por su bajo costo, sin embargo, la gran cantidad de lodo producido es un problema significativo. El hidróxido de sodio, aunque costoso, es una forma conveniente para neutralización de residuos ácidos en plantas pequeñas y minimiza la cantidad de lodo producido” (pág. 36).

- **Sedimentación:** Sobre este aspecto (Marín & Osés, 2013) determinan que “los diferentes tipos de sedimentación ocurren con base en la concentración y tipo de partículas; ya sea por sedimentación primaria o secundaria; de acuerdo a su limpieza puede ser manual o mecánica. Los 3 tipos básicos de tanques de sedimentación son de flujo horizontal, de flujo radial y de flujo ascensional”. Asimismo, (Pinchi, 2013) señala que “en el diseño de estos tanques se debe proveer una distribución uniforme del afluente; suministrar rápida recolección de lodo sedimentado y de la espuma; minimizar las corrientes de salida; determinar una profundidad suficiente para almacenar lodo permitiendo su espesamiento; dejar un borde libre de 30 centímetros; reducir efectos del viento mediante pantallas y vertederos y repartir uniformemente el caudal entre las unidades de sedimentación” (pág. 41).
- **Tanques primarios de decantación:** Según (Quiroz, 2009) “son aquellos que reciben aguas residuales crudas de tratamiento biológico secundario, estos pueden ser rectangulares o circulares, siendo estos últimos los más usados ya que la barredora de lodos requiere menos partes móviles que el mecanismo de arrastre y los muros pueden ser más delgados que en un tanque rectangular”.

- **Tanques secundarios de decantación:** Generalmente “son circulares, su mecanismo de remoción más usado es el tipo cadena y paletas metálicas actualmente preferibles de plástico, permitiendo remoción continua de sólidos”. Entre otros tratamientos son: a) Sistemas de fosa séptica b) Tanque Imhoff (Romero, Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización, 1999).

- Tratamiento secundario

Según (Marín & Osés, 2013) “El objetivo principal de esta etapa es la reducción del valor de la DBO₅ que no se beneficia de la sedimentación primaria tanto como los SS. En otras palabras, el tratamiento secundario debe ser un proceso capaz de biodegradar la materia orgánica en productos no contaminantes, como por ejemplo H₂O, CO₂ y biomasa. El efluente líquido final debe estar bien estabilizado o bien oxigenado de tal manera que no proporcione una fuente de alimento para las bacterias aerobias en el medio acuático receptor” (pág. 23). Algunos procesos se detallan a continuación.

- **Lodos activados:** Es un centro colonizado por bacilos altamente diversos como bacterias, líquenes, protozoos, metazoos, enseñanza anatómica muerta y materiales inorgánicos; siendo las bacterias el concilio más importante por su representación en la estabilización del tangible corporal y en la hilera de floc de légamo activo, las especies de bacterias más comunes son Alcalígenes flavobacterium, Bacillus y Pseudomonas. La corporación de légamos activados depende de la categoría de abastecimiento nutriente, agrupación de sustento, turbulencia, temperatura, periodo de aireación y aglomeración de fangos. Posee una faz muy activa para la adsorción de materiales coloidales y suspendidos por ende su redundado es una bocada de enseñanza fisiológica, susceptible de análisis esencial, convertida en apañados inorgánicos; es un desarrollo estrictamente aerobio pues el floc microbial se mantiene siempre en parada en la liga aireada del

tanque, en presencia de oxígeno disuelto. Los dos tipos de sistemas de aireación usados son por difusión subsuperficial y mecánica, los cuales tienen costos altos de inversión y operación debido a la baja eficiencia de transferencia de oxígeno de los equipos y de las condiciones de funcionamiento.

- **Filtros percoladores:** Son depósitos que contienen un cuajo de material grueso, compuesto de temporales artificiales o coaliciones de diversas maneras, de reincorporación letanía área/volumen, sobre el cual son estudias los néctares residuales mediante brazos distribuidores fijos o amovibles; en torno a este estrato se encuentra arrimada una aldea bacterias que descompone los manjares de dioses residuales a medida que estas percolan hacia el meollo del depósito.
- **Biodiscos:** Sistema de enfoque vivo adjetivo para líquidos residuales domésticas y artificiales biodegradables, del tipo de desarrollo adherido o reactor de telilla fija; las placas somáticas crecen sobre elepés, en sucesión a través del jugo residual, montados sobre un eje horizontal. Los principales coeficientes de defensa sobre el pleito son las peculiaridades del líquido residual, gabela hidráulica, contribución jerarquizada, aceleración rotacional de los elepés bajura de amonestación, momento de requisa y temperatura. Dentro de las utilidades se tienen la simplicidad, adhesión capacidad de remoción de carboncillo y ázoe, lapsos de confiscación reducidos, profundo consumo energético, bajos costos de ejercicio y mantenimiento y cienos de buena sedimentabilidad. Entre las agravantes se señalan las faltas en los álbumes, los ejes y los motores, manumisiones de lubricantes y criterios de programa en extremo distintos.

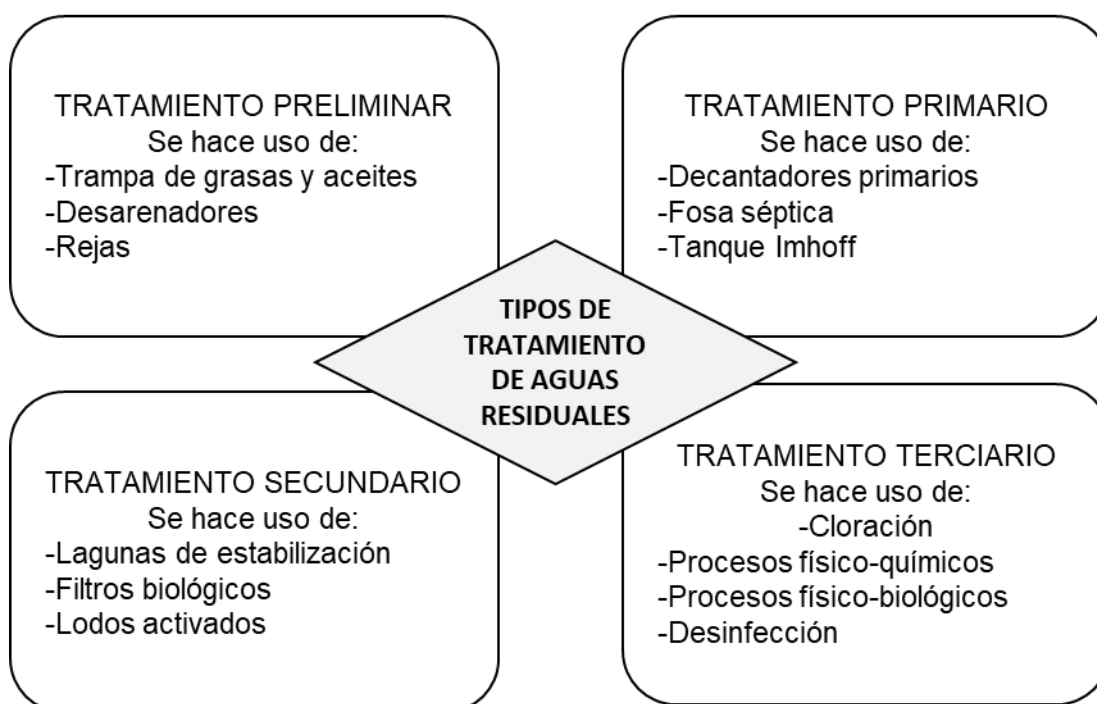
- Tratamiento terciarios

Este tipo de tratamiento en contraste con lo que indican (Ayala C. y Díaz E., 2008) “complementa los procesos anteriores siempre que las condiciones locales exijan eventualmente un grado más elevado de

depuración o la remoción de nutrientes, para evitar la eutrofización en el cuerpo receptor”.

- **Cloración:** La desinfección, según (Quiroz, 2009) “se aplica a aquellos procesos en los cuales microorganismos patógenos son destruidos. El propósito de la esterilización del agua es el de imposibilitar la disgregación de padecimientos causados por fuentes hídricas. El cloro ha sido usado principalmente como antiséptico para intervención de microorganismos en aguas de consumo, aguas residuales, piscinas, lodos, entre otros”. Los procesos complementarios que pueden ser aplicados son: a) Procesos físico-químicos b) Procesos físico-biológicos c) Desinfección.

Figura 4. Tipos de tratamiento de aguas residuales



Fuente: Muñoz (2008)

2.2.6. Reúso de Aguas Servidas o Residuales

- Criterios generales para el reúso en riego

El reúso de líquidos residuales tratadas es: “una actividad que se viene practicando con mayor frecuencia en todo el mundo. En la actualidad

las instituciones peruanas gubernamentales, no gubernamentales y organismos internacionales fomentan el reúso de agua residual tratada debido a la creciente escasez de agua, la necesidad de cuidar el medio ambiente, y el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales” (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2016).

Los individuos y actividades del reúso de manjares de dioses residuales se clasifican de acuerdo con el borde que recibe el lucro, los principales estilos son: el rural, siendo el enema de cultivos la energía con máximo querella de manjar de dioses en todo el cosmos, el artificial, y el número para el fregoteo de superficies verdes.

En la capital limeña, gran legión de áreas verdes es regadas con caldo bebible; obra contradictoria ante la penuria del juicio hídrico, a más, esto se convierte en una limitante en épocas de estío, puesto que las gentilezas requieren veterano dotación de licor, lo cual se reflexiva en un máximo pago. Por ello, el fregoteo en esta época resulta deficiente y las áreas verdes sufren de estrés hídrico. Debido a esta problemática, muchas estructuraciones y sucesores particulares han saludado favorable abordar sus refrescos residuales y reusarlas para el fregoteo de superficies verdes.

Los líquidos residuales que se aprovechan para el aseo de áreas verdes; generalmente provienen de cavidades, construcciones públicas o oficinas, emplazamientos comerciales y artificiales, o la mezcla de todas ellas. Estos caldos contienen cierta cifra de nutrientes, pero, al no ser ententes presentan un riesgo para el ambiente y la salubridad del semental.

Refiere (Montoya, 2017), que “las aguas residuales presentan algunos elementos que limitan su uso en riego”, los mismos que se aluden a continuidad:

- **Sólidos en suspensión:** “La acumulación de estas diminutas piezas da lugar a depósitos de lodos que generan condiciones anaeróbicas en el suelo, pudiendo además provocar obturación en sistemas de

riego tecnificado” (Montoya, 2017).

- **Materia orgánica biodegradable:** “La presencia de proteínas, carbohidratos y grasas en, generan necesidades de oxígeno disuelto, que al no ser satisfechas dan lugar al desarrollo de condiciones sépticas” (Montoya, 2017).
- **Patógenos:** “La presencia de virus, bacterias, protozoos o helmintos, da lugar a un riesgo para la salud humana, a través del contacto directo con áreas regadas con aguas residuales” (Montoya, 2017).
- **Nutrientes:** “Los elementos como fósforo, nitrógeno, o potasio, favorecen el desarrollo de las plantas, ya que el agua residual es fertilizada, pero una carga excesiva podría provocar efectos nocivos para el terreno” (Montoya, 2017).
- **Materia orgánica no biodegradable:** “Los productos tóxicos no degradados por los sistemas de tratamiento, tales como fenoles, pesticidas y órgano clorados, pueden dañar la fisiología de las plantas” (Montoya, 2017).
- **pH:** “El grado de acidez del agua residual puede alterar el equilibrio del terreno” (Montoya, 2017).
- **Metales pesados:** “Los vertidos industriales, pueden incorporar al agua metales como cadmio, mercurio, zinc y otros, cuya presencia reduce la aplicabilidad para riego de las aguas residuales por sus efectos tóxicos para las plantas” (Montoya, 2017).
- **Conductividad eléctrica:** “La excesiva salinidad derivada de la presencia de iones Na, Ca, Mg, Cl, o B, puede producir daños a los cultivos y provocar problemas de permeabilidad y pérdida de fertilidad en el suelo” (Montoya, 2017).

- Reúso de aguas servidas según la Norma Internacional

(Araujo, 2011) indica que “la Organización Mundial de la Salud es un organismo con competencia en materia de salud internacional y salubridad pública. Para llevar a cabo esta responsabilidad, reúne cada cierto tiempo expertos internacionales en el ámbito de aguas residuales para establecer directrices de calidad de efluentes tratados para riego” (pág. 33).

En las siguientes tablas se manifiestan las propuestas determinadas por la OMS para el reúso líquidos residuales en regadío, así como las reglas determinadas por la EPA “Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos”, para el riego diversas áreas que poseen espacios verdes y en algunos casos son usados por los habitantes.

Tabla 5. Directrices microbiológicas de la OMS para calidad de efluentes de agua residual tratada para riego

| Categoría | Condiciones de aprovechamiento | Grupo Expuesto | Nematodos Intestinales ¹ Número de Huevos/L ² (Media Aritmética) | Coliformes Fecales NMP/100 mL ² (Media Geométrica) | Tratamiento necesario para lograr la calidad microbiológica exigida |
|-----------|--|-------------------------------------|--|---|---|
| A | Riego de cultivos que se consumen crudos, campos deportivos, parques públicos ³ | Trabajadores, consumidores públicos | ≤1 | ≤1000 ³ | Serie de estanques deestabilización diseñadas para alcanzar la calidad microbiológica indicada o un tratamiento equivalente |
| B | Riego de cultivos de cereales industriales y forrajeros, praderas y árboles ⁴ | Trabajadores | ≤1 | No se recomienda ninguna norma | Tiempo de retención hidráulica por 8 a 10 días en lagunas de estabilización, o su equivalente en remoción de huevos de helmintos y coliformes fecales |
| C | Riego localizado de cultivos en la categoría B cuando ni los trabajadores ni el público está expuesto. | Ninguno | No es aplicable | No es aplicable | Pretratamiento según lo requiera la técnica de riego, no menos de sedimentación primaria |

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2009)

Tabla 6. Valores de la OMS para el riego de campos públicos

| Indicadores microbiológicos | Contacto público | |
|--|--|-----------------------|
| | Directo | No directo |
| Nematodos intestinales (media aritmética huevos/L) | <1 | <1 |
| Coliformes fecales (media geométrica/100 mL) | 200 | 1000 |
| Tratamiento recomendado | Estanques de estabilización o equivalente ¹ | |
| Grupo expuesto | Trabajadores, público | Trabajadores, público |

Fuente: Organización Mundial de la Salud (2009)

Tabla 7. Normas de la EPA para el riego de parques, zonas verdes y otros

| Tipo de reutilización | Tratamiento | Calidad | Distancia de seguridad |
|---|--------------------------------------|---|---|
| Riegos de parques, campos de golf, cementerios, lavados de coches | Secundario, filtración, desinfección | pH=6-9 <10 mg/L DBO <2UNT 0CF/100 mL 1mg/L ClO ₂ | A 15 m de fuentes o pozos de agua potable |
| Riego de árboles y parques con acceso público prohibido o infrecuente | Secundario, desinfección | pH=6-9 <30 mg/L DBO 30mg/L SS 0 CF/100 mL 1 mg/L ClO ₂ | A 90 m de fuentes o pozos de agua potable |

Fuente: Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (2002)

- Reúso de aguas servidas según la Norma Nacional

(Espinoza, 2010) menciona que “a nivel nacional no existe normativa que regula el reúso del agua residual. La Ley de Recursos Hídricos señala que para autorizar el reúso del agua, y mientras no exista normativa nacional, se deben usar las directrices de la Organización Mundial de la Salud” (pág. 31).

A continuación, se aluden artículos de la Ley de Recursos Hídricos, concernientes al derramamiento y segundo uso de líquido residual.

- **Marco legal:** A nivel nacional tenemos la Ley de Recursos Hídricos - Ley N° 29338 (2009) donde se mencionan los siguientes artículos en relación al tema de estudio.

Artículo 79°.- Vertimiento de agua residual

La Autoridad Nacional autoriza el vertimiento del agua residual tratada a un cuerpo natural de agua continental o marina, previa opinión técnica favorable de las Autoridades Ambiental y de Salud sobre el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental del Agua (ECA-Agua) y Límites Máximos Permisibles (LMP). Queda prohibido el vertimiento directo o indirecto de agua residual sin dicha autorización.

Artículo 80°.- Autorización de vertimiento

Todo vertimiento de agua residual en una fuente natural de agua requiere de autorización de vertimiento, para cuyo efecto debe presentar el instrumento ambiental pertinente aprobado por la autoridad ambiental respectiva.

Artículo 82°.- Reutilización de agua residual

La Autoridad Nacional, a través del Consejo de Cuenca, autoriza el reúso del agua residual tratada, según el fin para el que se destine la misma, en coordinación con la autoridad sectorial competente y, cuando corresponda, con la Autoridad Ambiental Nacional.

Artículo 83°.- Prohibición de vertimiento de algunas sustancias

Está prohibido verter sustancias contaminantes y residuos de cualquier tipo en el agua y en los bienes asociados a ésta, que representen riesgos significativos según los criterios de toxicidad, persistencia o bioacumulación. La Autoridad Ambiental respectiva, en coordinación con la Autoridad Nacional, establece los criterios y la relación de sustancias prohibidas.

2.2.7. Caracterización del suelo

- Muestreo de suelo

El procedimiento de muestreo del suelo según (Durán, 2008), se realiza “con el fin de obtener las propiedades físicas de textura y densidad

aparente. Estos datos sirvieron para el cálculo de la demanda hídrica”.

Para ello y previo al muestreo se realiza la limpieza de la apariencia del asfalto; los paradigmas se toman en recipientes cilíndricos. Para ello se introduce un artefacto “toma muestras” vale en manera de eslabón, luego se hinca por golpeo manual y se toman 2 muestras inalteradas de adoquinado. Al primer ideal se le denomina M-1, que representa el asfalto del primer y segundo ras (área bajo aseo, marquesina con Césped) y la segunda manifestación se le denomina M-2 que representa el adoquinado del tercer ras (extensión sin baldeo, que se encuentra en estado crítico). Los exámenes de textura y densidad evidente deben ser satisfechos en un laboratorio especializado de descomposición del líquido.

2.2.7. Diagnóstico del consumo de agua

Para evaluar el sistema de agua según (Mejias, 2010) “se recolecta información primaria y secundaria del lugar de estudio”, es decir, del distrito de Pachacamac. Se utilizan planos, historial del consumo de agua durante los últimos doce meses incluyendo satos de ilustraciones anteriores.

Durante la edad de reconocer al sistema del líquido elemento se hace la versión del plano de la red de brabaje y todavía un recorrido por las cimentaciones de la Quebrada de Manchay, verificando la disposición de la red de licor desde la ilación de la red pública de “Sedapal” aun la garita de cuerpo y la repartición hacia las áreas eficaces del recinto. Es requerido emparejar los pleitos que se desarrollan en el local de tratado, y saber la conveniencia del líquido internamente de ellas, para a posteriori identificar el tipo de líquido residual gestado.

2.3. Definición de términos

Agua: Líquido transparente, insípido e inodoro. “El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4°C. Cuando el agua se enfría y se congela, el sólido que resulta ocupa un volumen mayor que el del líquido del que proviene; disminuye su densidad de 1 g/cm³ en el agua líquido a 0.9

g/cm³ en el hielo” (MVCS, 2013).

Aguas servidas: “Las aguas residuales o aguas servidas contienen una pequeña cantidad de sólidos en relación con el peso del agua. Aproximadamente, una tonelada de agua residual tiene una libra de sólidos, los cuales se pueden encontrar en solución, en suspensión o sedimentados. Los distintos procesos ya mencionados tienen como uno de sus objetivos, lograr la mayor separación de los sólidos” (MVCS, 2013).

Caudal: “Volumen de agua por unidad de tiempo” (MVCS, 2013).

Características Físicas: “Las principales consideraciones para establecer la calidad del agua se basan más en las características físicas que en las Químicas, biológicas. De esta forma se desea un agua incolora, insípida e inodora” (MVCS, 2013).

Coliformes: “Bacterias Gram negativas no esporuladas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a 35 +/- 0,5 Ec (Coliformes totales). Aquellas que tienen las mismas propiedades a 44.5 +/- 0,2 °C en 24 horas se denominan coliformes fecales (ahora también denominados coliformes termotolerantes)” (SNIP, 2017).

Contaminación de agua: “Modificación, generalmente provocada por el hombre, de la calidad del agua, haciéndola impropia o peligrosa para el consumo humano, la agricultura, la pesca y las actividades recreativas, así como para los animales domésticos y la vida natural” (SNIP, 2017).

Cuerpo receptor: “Es todo aquel manantial, zona de recarga, ríos, quebradas, arroyos permanentes o no, lago, laguna, marisma, embalse natural o artificial, estuario, manglar, turbera, pantano, agua dulce, salobre o salda, donde se vierten aguas residuales” (SNIP, 2017).

Decantación: “Es la separación de un sólido o líquido más denso de otro fluido (líquido o gas) menos denso y que por lo tanto ocupa la parte superior

de la mezcla” (SNIP, 2017).

Decantación primaria: “Proceso en el cual se elimina un 65% de los sólidos en suspensión del agua residual de entrada. Dado que en la composición de dichos sólidos hay materia orgánica, su eliminación lleva asociada una reducción de la DBO5 de entrada de aproximadamente el 35%” (SNIP, 2017).

Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5): “Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para la estabilización de la materia orgánica bajo condiciones de tiempo y temperatura específicos (generalmente 5 días a 20°C)” (SNIP, 2017).

Efluente: líquido que sale de un sumario de procedimiento.

Eficiencia del tratamiento: “Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración aplicada, en un proceso o planta de tratamiento y para un parámetro específico. Puede expresarse en decimales o porcentaje” (Crites, 2000).

Estándares de Calidad del Agua: “Los ECA-Agua establecen el nivel de concentración de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor, que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni el ambiente” (MVCS, 2013).

Flujo radial: Es definido como flujo que tiene el agua en forma circular, esto permite una mayor eficiencia y uniformidad del líquido entrante.

Olor: “El agua residual reciente tiene un olor algo desagradable, que resulta más tolerable que el del agua residual séptica. El olor más característico del agua residual séptica se debe a la presencia del sulfuro de hidrógeno (Huevo podrido) que se produce al reducirse los sulfatos a sulfitos por acción de Microorganismos anaerobios” (Quiroz, 2009)

Planta de tratamiento: “Infraestructura y procesos que permiten la depuración de aguas residuales” (MVCS, 2013).

Puente decantador: “Gira lentamente ($v < 120$ m/h) y puede tener dos o cuatro brazos equipados con rascadores de fondo. Los puentes también incluyen rascadores superficiales para la eliminación de espumas” (Quiroz, 2009).

Sistemas de tratamiento de aguas residuales: “Son un conjunto integrado de operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos que se utilizan con la finalidad de depurar las aguas residuales hasta un nivel tal que permita alcanzar la calidad requerida para su disposición final, o su aprovechamiento mediante el reúso” (MVCS, 2013).

Sólidos: “Analíticamente, se define como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación de entre 103° y 105°C . No se define como sólido aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor” (Quiroz, 2009).

Sólidos totales (ST): “Está definido como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación de entre 103° y 105°C . No se define como sólido aquella materia que se pierde durante la evaporación debido a su alta presión de vapor” (Durán, 2008).

Sólidos sedimentables: “Se definen como aquellos que sedimentan en el fondo de un recipiente de forma cónica conocida como el cono de Imhoff, en el transcurso de un periodo de 60 minutos” (Crites, 2000).

Sólidos en suspensión: Formación de depósitos de lodos y condiciones anaerobias en los cuerpos de agua receptores.

Tratamiento de aguas residuales: “El tratamiento de aguas residuales 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 efluente del uso humano” (MVCS, 2013).

Turbiedad: “La turbiedad, como medida de las propiedades de transmisión de la luz de un agua, es otro parámetro que se emplea para indicar la calidad de las aguas vertidas o de las aguas naturales en relación con la materia coloidal y residual en suspensión” (Egocheaga, 2004).

Velocidad de arrastre: “Es importante en las operaciones de decantación. Las fuerzas actuantes sobre las partículas sedimentadas son causadas por la fricción del agua que fluye sobre las mismas” (Egocheaga, 2004).

Vertimiento: Evacuación deliberada relacionada con desechos u otras sustancias al ambiente.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

La composición hidráulica de las aguas servidas es adecuada para el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.

2.4.2. Hipótesis Específicos

a) La caracterización de las aguas servidas está por debajo de los Límites Máximos Permisibles en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.

b) El consumo de agua potable utilizada en el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac será en base a los resultados de campo.

c) La caracterización del suelo de los parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac será en base a los resultados de campo.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

- Propiedades hidráulicas de aguas servidas (Variable independiente)

Se define como “la caracterización de las aguas residuales acorde a la composición de las aguas residuales, los cuales son resultantes de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua, que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de recreo, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual” (Rolim, 1987)

2.5.2. Definición operacional de la variable

La variable independiente: Propiedades hidráulicas de aguas servidas, está condicionado por sus dimensiones que son: Caracterización de los líquidos residuales, caracterización del suelo y diagnóstico de consumo de agua potable. En el caso de la primera dimensión, se tiene los siguientes indicadores que son: “Sólidos de suspensión, demanda química de oxígeno, demanda bioquímica de Oxígeno, coliformes fecales y totales, temperatura y pH”. Con respecto a la segunda dimensión, se tiene los siguientes indicadores: Muestra en campo, porcentaje de arena, porcentaje de limo, porcentaje de arcilla, textura y densidad aparente. Finalmente con respecto a la tercera dimensión, se tiene los siguientes indicadores: Consumo mensual de agua, volumen de uso, distribución del uso, gasto mensual por servicio de agua. Todos los indicadores mencionados son indispensables para poder determinar las propiedades hidráulicas mediante el análisis en un laboratorio particular.

2.5.3. Operacionalización de la variable

| VARIABLE INDEPENDIENTE | DIMENSIONES | INDICADORES |
|---|---|--|
| Propiedades hidráulicas de aguas servidas | Caracterización de las aguas residuales | Sólidos de suspensión |
| | | Demanda química de oxígeno |
| | | Demanda bioquímica de Oxígeno |
| | | Coliformes fecales y totales |
| | | Temperatura |
| | Caracterización del suelo | Ph |
| | | Muestra en campo |
| | | Porcentaje de arena |
| | | Porcentaje de limo |
| | | Porcentaje de arcilla |
| | Diagnóstico de consumo de agua potable | Textura |
| | | Densidad aparente |
| | | Consumo mensual de agua potable |
| | | Volumen de uso del agua potable |
| | | |
| | | Gasto mensual por servicio de agua potable |

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de investigación

Este trabajo de investigación hizo uso del método científico, este método se seguirá un procedimiento de investigación para poder absolver las interrogantes sobre diversos fenómenos que se presentan en la naturaleza y dificultades que se presentan en nuestra sociedad.

Por otra parte, se usará el método científico con el objetivo de seguir los procedimientos apropiados que una investigación solicita para llegar a corregir los problemas sociales, como la cuestión del presente trabajo de investigación que se orienta a determinar las propiedades hidráulicas de las aguas servidas reutilizadas en el riego de parques y jardines en la quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.

3.2. Tipo de investigación

Según Sánchez & Reyes (2006) “es una investigación de tipo aplicada, dado que su propósito es recoger información de la realidad para enriquecer el conocimiento científico” (p.36).

3.3. Nivel de investigación

Esta investigación es de nivel descriptivo- explicativo, este nivel de investigación acorde a Castro (2010), “tiene por objetivo de describir las características, propiedades y rasgos fundamentales de los hechos y fenómenos de una determinada situación en un momento explícito”.

3.4. Diseño de investigación

La investigación tiene un diseño no experimental, pues para Hernández, Fernández & Baptista (2001), “es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes. Lo que hacemos en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos” (p. 149).

Por lo tanto, el diseño de la investigación fue de la siguiente manera:



Donde:

M= Muestra

O= Propiedades hidráulicas de las aguas servidas reutilizadas en el riego de parques y jardines en la quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.

3.5. Población y muestra

-Población

Parques y jardines del distrito de Pachacamac.

-Muestra

Parques y jardines en la quebrada de Manchay perteneciente al distrito de Pachacamac.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

- Observación
- Ficha técnica
- Tomas fotográficas diversas
- Recolección de muestras – procesos de análisis en laboratorio
- Contraste de criterios técnicos y normatividad vigente.
- Volúmenes para medir los parámetros especificados en los requisitos de toma de espécimen de líquido residual y preservación de ejemplares de la oficina de Medio Ambiente.

Tabla 8. Requisitos para toma de muestra de agua servida

| Parámetro | Recipiente | Volumen mínimo de muestra |
|-----------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| Temperatura | Frasco de plástico o vidrio | 1000 ml |
| pH | | 50 ml. |
| DBO ₅ | Frasco de plástico o vidrio | 1000 ml |
| DQO | Frasco de plástico o vidrio | 100 ml |
| Aceite y grasas | Frasco de vidrio | 1000 ml |
| Sólidos suspendidos totales | Frasco de plástico o vidrio | 100 ml |
| Coliformes termotolerantes | Frasco de vidrio esterilizado | 250 ml |

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2009)

3.7. Procesamiento de la información

Para el proceso, los datos obtenidos tuvieron como procedimiento lo siguiente:

- Análisis en laboratorio de las muestras obtenidas.
- Comparación de las muestras obtenidas y analizadas, con las cuantificaciones establecidos en los límites máximos permisibles del D. Supremo N° 003-2010-MINAM.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Respecto al análisis de los datos obtenidos la investigación se hizo uso de:

- Obtención de los volúmenes y concentraciones de los parámetros necesarios para caracterizar.
- Contrastación de los resultados con los Límites Máximos Permisibles, establecidos en la Ley N° 28611- Ley General del Ambiente.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. Caracterización de las aguas servidas del distrito de Pachacamac

Las aguas residuales domésticas del distrito de Pachacamac, fueron caracterizadas mediante el método longitudinal, es decir, se extrajeron muestras semanales durante un mes, haciendo un total de 04 muestras para poder observar el comportamiento de los parámetros, obteniéndose así concentraciones máximas y mínimas, lo que ayudó a realizar un mejor cálculo de las propiedades hidráulicas de las aguas servidas.

Asimismo, se presenta una tabla con los Límites Máximos Permisibles (LMP) para los efluentes de líquidos residuales domésticas según el D. Supremo N° 003-2010-MINAM para realizar la contrastación de resultados y mostrar la realidad situacional.

Tabla 9. Límites Máximos Permisibles para aguas servidas

| PARAMETRO | UNIDAD | LMP |
|---|---------------------|---------|
| Aceites y grasas | mg/L | 20 |
| Coliformes termotolerantes (CT) | NMP/100mL | 10000 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mgO ₂ /L | 100 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mgO ₂ /L | 200 |
| pH | unidad | 6.5-8.5 |
| Sólidos Totales en Suspensión (STS) | mg/L | 150 |
| Temperatura | °C | <35 |

Fuente: Decreto Supremo N°003-2010-MINAM (2010)

A continuación, se detallan los estudios de las cuantificaciones que se ejecutaron en laboratorio y mediciones que se realizaron in situ durante la primera semana.

Tabla 10. Resumen de ensayo – semana 1

| RESUMEN DE ENSAYO 1 | | | | |
|---|---------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| PARAMETRO | UNIDAD | RESULTADOS | PARAMETROS DE CAMPO | |
| | | | pH | Temperatura |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mgO ₂ /L | 94 | 7.07 | 25.9 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mgO ₂ /L | 196 | | |
| Sólidos Totales Suspendidos | mg/L | 148 | | |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100mL | 9x10 ³ | | |
| Aceites y grasas | mg/L | 19 | | |

Fuente: Análisis en laboratorio y mediciones en campo

- Interpretación:

Según los resultados mostrados en la tabla 10 y en contraste de la tabla 6 de Límites Máximos Permisibles tenemos que:

- ✓ La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), muestra una concentración de 94 mgO₂/l, lo que representa estar dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ La Demanda Química de Oxígeno (DQO), muestra una concentración de 196 mgO₂/L, lo que representa una concentración dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los Sólidos Totales Suspendidos, muestran una concentración de 148 mg/L, representando un exceso con respecto a los

LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.

- ✓ Los Coliformes Termotolerantes, tienen una concentración de 9×10^3 NMP/100mL, estando dentro de su concentración límite de 10×10^3 NMP/100mL establecido según los LMP establecidos del D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los aceites y grasas, poseen una concentración de 19 mg/L, estando dentro de su concentración límite de 20 mg/L según los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ El pH y Temperatura, parámetros medidos en campo, arrojaron resultados que se encuentran dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.

A continuación, se detallan los exámenes de las cuantificaciones que se efectuaron en el laboratorio y mediciones que se realizaron in situ durante la segunda semana.

Tabla 11. Resumen de ensayo – semana 2

| RESUMEN DE ENSAYO 1 | | | | |
|---|---------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| PARAMETRO | UNIDAD | RESULTADOS | PARAMETROS DE CAMPO | |
| | | | pH | Temperatura |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mgO ₂ /L | 95 | 7.05 | 25.4 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mgO ₂ /L | 194 | | |
| Sólidos Totales Suspendidos | mg/L | 144 | | |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100mL | 8×10^3 | | |
| Aceites y grasas | mg/L | 17 | | |

Fuente: Análisis en laboratorio y mediciones en campo

- Interpretación:

Según los resultados mostrados en la tabla 11 y en contraste de la tabla 6 de Límites Máximos Permisibles tenemos que:

- ✓ La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), muestra una concentración de 95 mgO₂/l, lo que representa estar dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ La Demanda Química de Oxígeno (DQO), muestra una concentración de 194 mgO₂/L, lo que representa una concentración dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.

- ✓ Los Sólidos Totales Suspendidos, muestran una concentración de 144 mg/L, representando un exceso con respecto a los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los Coliformes Termotolerantes, tienen una concentración de 8×10^3 NMP/100mL, estando dentro de su concentración límite de 10×10^3 NMP/100mL establecido según los LMP establecidos del D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los aceites y grasas, poseen una concentración de 17 mg/L, estando dentro de su concentración límite de 20 mg/L según los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ El pH y Temperatura, parámetros medidos en campo, arrojaron resultados que se encuentran dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.

A continuación, se detallan los análisis de las cuantificaciones que se perpetraron en el laboratorio y mediciones que se realizaron in situ durante la tercera semana.

Tabla 12. Resumen de ensayo – semana 3

| RESUMEN DE ENSAYO 1 | | | | |
|---|---------------------|-----------------|---------------------|-------------|
| PARAMETRO | UNIDAD | RESULTADOS | PARAMETROS DE CAMPO | |
| | | | pH | Temperatura |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mgO ₂ /L | 93 | 7.03 | 24.9 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mgO ₂ /L | 195 | | |
| Sólidos Totales Suspendidos | mg/L | 149 | | |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100mL | 9×10^3 | | |
| Aceites y grasas | mg/L | 17 | | |

Fuente: Análisis en laboratorio y mediciones en campo

- Interpretación:

Según los resultados mostrados en la tabla 12 y en contraste de la tabla 6 de Límites Máximos Permisibles tenemos que:

- ✓ La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), muestra una concentración de 93 mgO₂/l, lo que representa estar dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ La Demanda Química de Oxígeno (DQO), muestra una concentración

de 195 mgO₂/L, lo que representa una concentración dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.

- ✓ Los Sólidos Totales Suspendidos, muestran una concentración de 149 mg/L, representando un exceso con respecto a los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los Coliformes Termotolerantes, tienen una concentración de 9x10³ NMP/100mL, estando dentro de su concentración límite de 10x10³ NMP/100mL establecido según los LMP establecidos del D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los aceites y grasas, poseen una concentración de 17 mg/L, estando dentro de su concentración límite de 20 mg/L según los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ El pH y Temperatura, parámetros medidos en campo, arrojaron resultados que se encuentran dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.

A continuación, se detallan los análisis de las cuantificaciones que se ejecutaron en el laboratorio y mediciones que se realizaron in situ durante la cuarta semana.

Tabla 13. Resumen de ensayo – semana 4

| RESUMEN DE ENSAYO 1 | | | | |
|---|---------------------|-------------------|---------------------|-------------|
| PARAMETRO | UNIDAD | RESULTADOS | PARAMETROS DE CAMPO | |
| | | | pH | Temperatura |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mgO ₂ /L | 94 | 7.09 | 24.7 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mgO ₂ /L | 197 | | |
| Sólidos Totales Suspendidos | mg/L | 147 | | |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100mL | 8x10 ³ | | |
| Aceites y grasas | mg/L | 18 | | |

Fuente: Análisis en laboratorio y mediciones en campo

- Interpretación:

Según los resultados mostrados en la tabla 13 y en contraste de la tabla 6 de Límites Máximos Permisibles tenemos que:

- ✓ La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), muestra una concentración de 94 mgO₂/l, lo que representa estar dentro de los

LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.

- ✓ La Demanda Química de Oxígeno (DQO), muestra una concentración de 197 mgO₂/L, lo que representa una concentración dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los Sólidos Totales Suspendidos, muestran una concentración de 147 mg/L, representando un exceso con respecto a los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los Coliformes Termotolerantes, tienen una concentración de 8x10³ NMP/100mL, estando dentro de su concentración límite de 10x10³ NMP/100mL establecido según los LMP establecidos del D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los aceites y grasas, poseen una concentración de 18 mg/L, estando dentro de su concentración límite de 20 mg/L según los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ El pH y Temperatura, parámetros medidos en campo, arrojaron resultados que se encuentran dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.

En la siguiente tabla, se detallan en un resumen general los análisis de las cuantificaciones que se efectuaron en el laboratorio y mediciones de campo durante las cuatro semanas.

Tabla 14. Resumen general de los propiedades hidráulicas analizados

| PARAMETRO | UNIDAD | RESULTADOS | | | | PROMEDIO |
|---|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| | | MUESTRA 1 | MUESTRA 2 | MUESTRA 3 | MUESTRA 4 | |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mgO ₂ /L | 94 | 95 | 93 | 94 | 94 |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mgO ₂ /L | 196 | 194 | 195 | 197 | 195.5 |
| Sólidos Totales Suspendidos | mg/L | 148 | 144 | 149 | 147 | 147 |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100mL | 9x10 ³ | 8x10 ³ | 9x10 ³ | 8x10 ³ | 8.5x10 ³ |
| Aceites y grasas | mg/L | 19 | 17 | 17 | 18 | 17.8 |
| pH | Unidad | 7.07 | 7.05 | 7.03 | 7.09 | 7.06 |
| Temperatura | °C | 25.9 | 25.4 | 24.9 | 24.7 | 25.2 |

Fuente: Análisis en laboratorio y mediciones en campo

- Interpretación:

Acorde a la tabla 14 llegamos a una conclusión preliminar que las aguas servidas en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac están dentro de los Límites Máximos Permisibles establecidos en la tabla 9 de Límites Máximos Permisibles dispuestos por el Ministerio del Ambiente. A continuación, detallamos los resultados de cada parámetro en estudio:

- ✓ La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), muestra una concentración promedio de $94 \text{ mgO}_2/\text{l}$, lo que representa cumplir con los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ La Demanda Química de Oxígeno (DQO), muestra una concentración promedio de $195.5 \text{ mgO}_2/\text{L}$, lo que representa una concentración dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los Sólidos Totales Suspendidos, muestran una concentración promedio de 147 mg/L , que equivale a una concentración dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los Coliformes Termotolerantes, tienen una concentración promedio elevada de $8.5 \times 10^3 \text{ NMP}/100\text{mL}$, siendo una concentración por debajo del rango de $10 \times 10^3 \text{ NMP}/100\text{mL}$ establecido según los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ Los aceites y grasas, poseen una concentración promedio de 17.8 mg/L , lo cual es significativamente alta pues su concentración límite es de 20 mg/L según los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- ✓ El pH y Temperatura, parámetros medidos en campo, arrojaron resultados de 7.06 y 25.2 respectivamente que se encuentran dentro de los LMP establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.

En continuidad se exhibe la siguiente tabla, donde se detalla un resumen general los análisis de las cuantificaciones que se ejecutaron en el laboratorio y mediciones de campo durante las cuatro semanas.

Tabla 15. Resumen general de resultados frente a los LMP

| PARAMETRO | UNIDAD | PROMEDIO | LMP | CONDICION |
|---|---------------------|---------------------|---------|-----------|
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) | mgO ₂ /L | 94 | 100 | CUMPLE |
| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | mgO ₂ /L | 195.5 | 200 | CUMPLE |
| Sólidos Totales Suspendidos | mg/L | 147 | 150 | CUMPLE |
| Coliformes termotolerantes | NMP/100mL | 8.5x10 ³ | 10000 | CUMPLE |
| Aceites y grasas | mg/L | 17.8 | 20 | CUMPLE |
| pH | Unidad | 7.06 | 6.5-8.5 | CUMPLE |
| Temperatura | °C | 25.2 | <35 | CUMPLE |

- Interpretación:

En la Tabla 15 se muestran los parámetros medidos frente a los Límites Máximos Permisibles establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM, los mismos que regulan el vertimiento de las aguas residuales antes de ser enviadas a algún cuerpo receptor, en este caso se refiere al río Tulumayo.

Por ello, se contrastan y definen los siguientes resultados:

- ✓ La concentración promedio para la Demanda Bioquímica de Oxígeno es de 94 mgO₂/L, demostrando con ello que CUMPLE con estar dentro de los Límites Máximos Permisibles.
- ✓ La concentración promedio para la Demanda Química de Oxígeno es de 195.5 mgO₂/L, demostrando con ello que CUMPLE con estar dentro de los Límites Máximos Permisibles.
- ✓ La concentración promedio para los Sólidos Totales Suspendidos es de 147 mg/L, demostrando con ello que CUMPLE con estar dentro de los Límites Máximos Permisibles.
- ✓ La concentración promedio para los Coliformes Termotolerantes es de 8.5x10³ NMP/100mL, demostrando con ello que CUMPLE con estar dentro de los Límites Máximos Permisibles.
- ✓ La concentración promedio para los Aceites y Grasas es de 17.8 mg/L, demostrando con ello que CUMPLE con estar dentro de los Límites Máximos Permisibles.
- ✓ Las concentraciones promedio para el pH y la Temperatura CUMPLEN con estar dentro de los Límites Máximos Permisibles.

4.2. Caracterización del suelo

Las cuantificaciones logradas de los análisis de suelo fueron: “textura y densidad aparente”. En la tabla 16 se exhiben los resultados del análisis del suelo; M-1 simboliza el suelo del primer y segundo nivel, mientras que M-2 simboliza el suelo del tercer nivel de la Quebrada de Manchay.

Tabla 16. Resultados de la caracterización del suelo

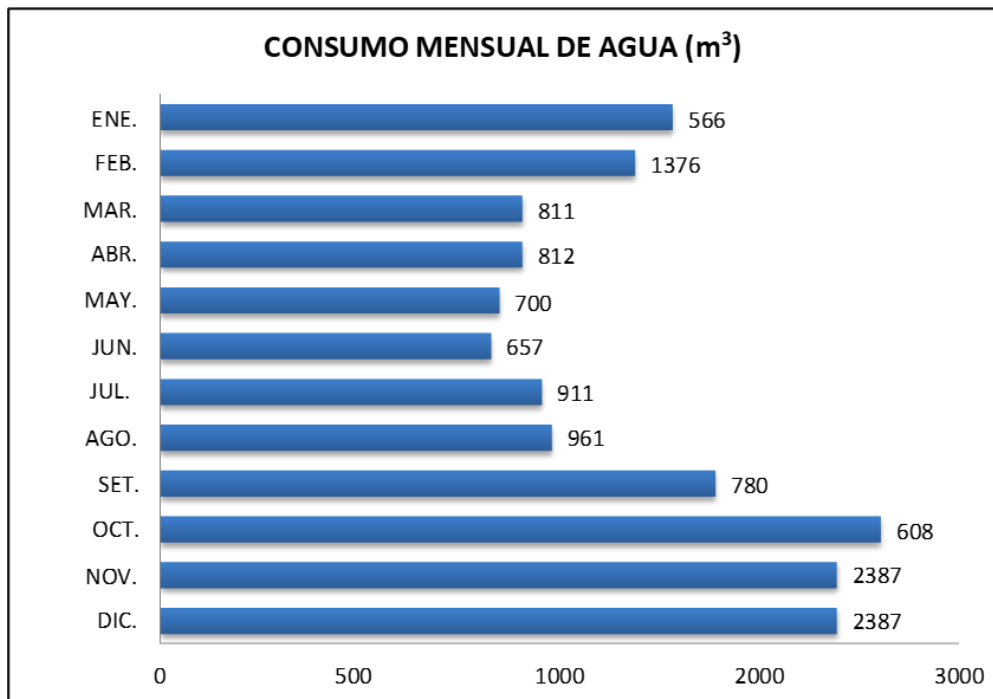
| Campo | Arena (%) | Limo (%) | Arcilla (%) | Textura | Densidad aparente (gr/cc) |
|-------|-----------|----------|-------------|-------------------|---------------------------|
| M-1 | 85.13 | 9.85 | 5.05 | Arenosa Franca | 1.67 |
| M-2 | 79.13 | 15.85 | 5.05 | Arenosa Franca | 1.68 |

Fuente: Análisis en laboratorio

4.3. Diagnóstico de consumo de agua potable

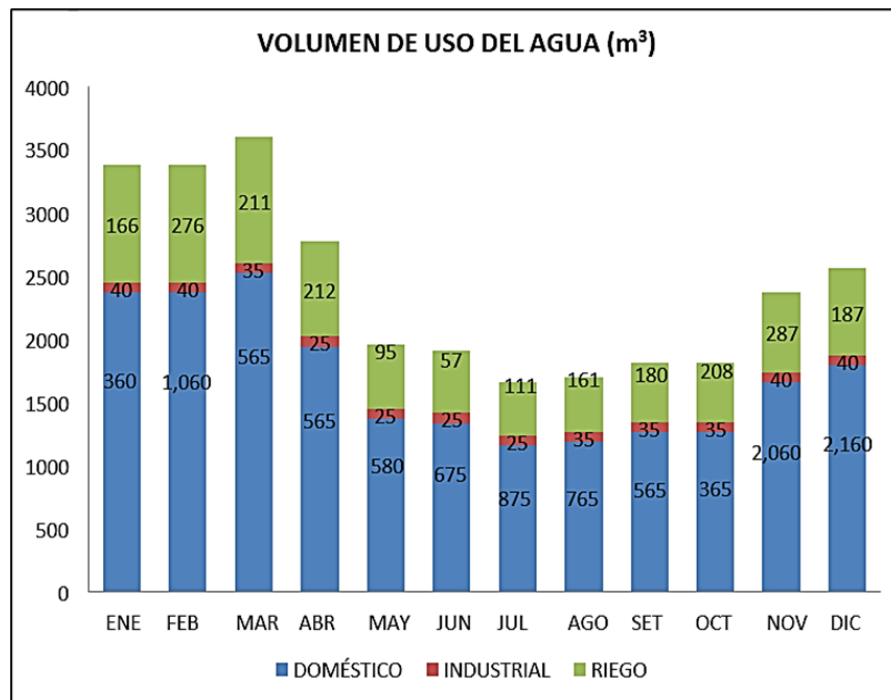
El suministro de líquido elemento para el distrito de Pachacamac se da a lo largo de un enlace de 3 pulgadas desde la red pública y una caja medidora de la empresa “Sedapal”. Actualmente, la media por cada mes de consumo de agua potable en la zona denominada Quebrada de Manchay es de 1,079 m³, habiendo consumos minúsculos de 700 m³ en estaciones de invierno y cargas inmensas hasta de 2,387 m³ en épocas de verano como se muestra en la siguiente figura:

Figura 5. Consumo mensual de agua – Quebrada de Manchay



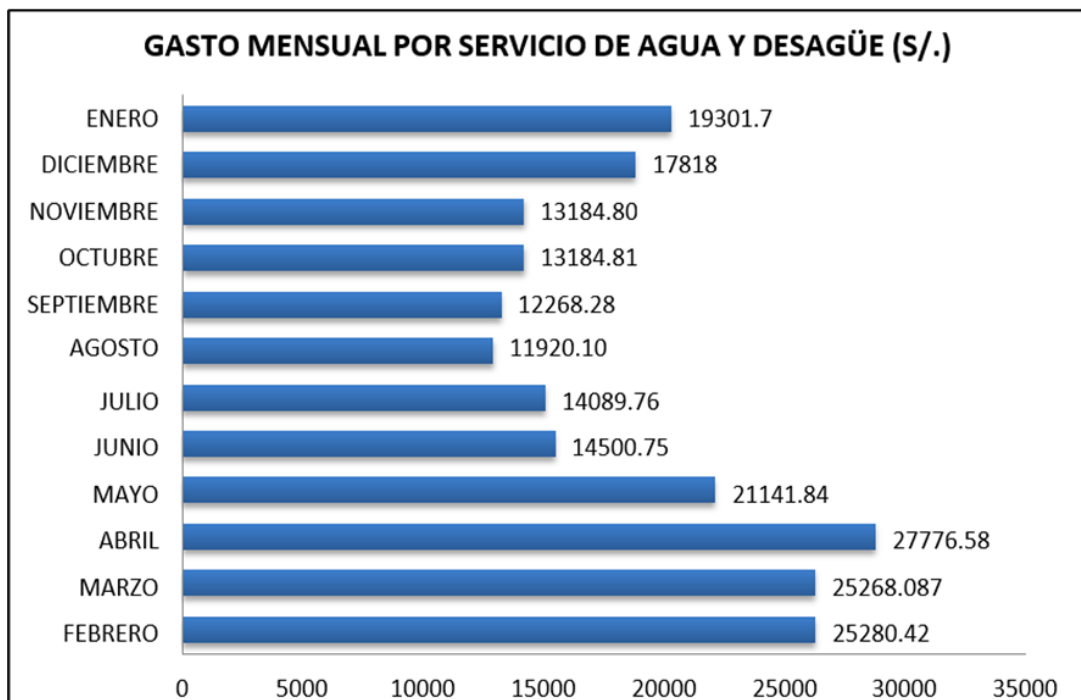
Con respecto al volumen de uso de agua potable de la muestra de estudio, se viene consumiendo para el uso doméstico un promedio mensual de 477.42 m³, mientras que para el uso industrial se usa un promedio mensual de 33.33 m³. Finalmente para la usanza de riego zonas verdes se usa un promedio mensual de 179.25 m³ en la Quebrada de Manchay. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos:

Figura 6. Volumen de uso de agua– Quebrada de Manchay



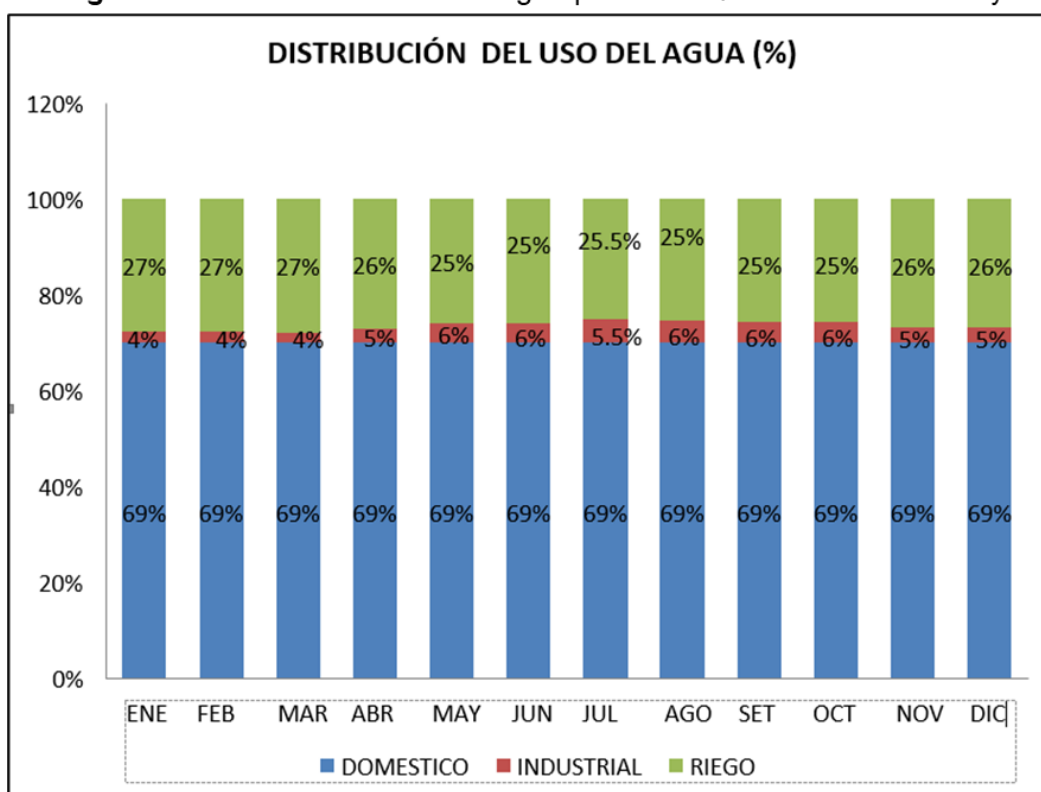
Con respecto al gasto mensual de agua potable y desagüe en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac, el promedio mensual de gasto es de 17,977.93 soles, teniendo como gasto mínimo de 11,920.10 soles en épocas de invierno y gasto máximo hasta de 27,776.58 soles en épocas de verano como se muestra en la siguiente figura:

Figura 7. Gasto mensual de agua y desagüe – Quebrada de Manchay



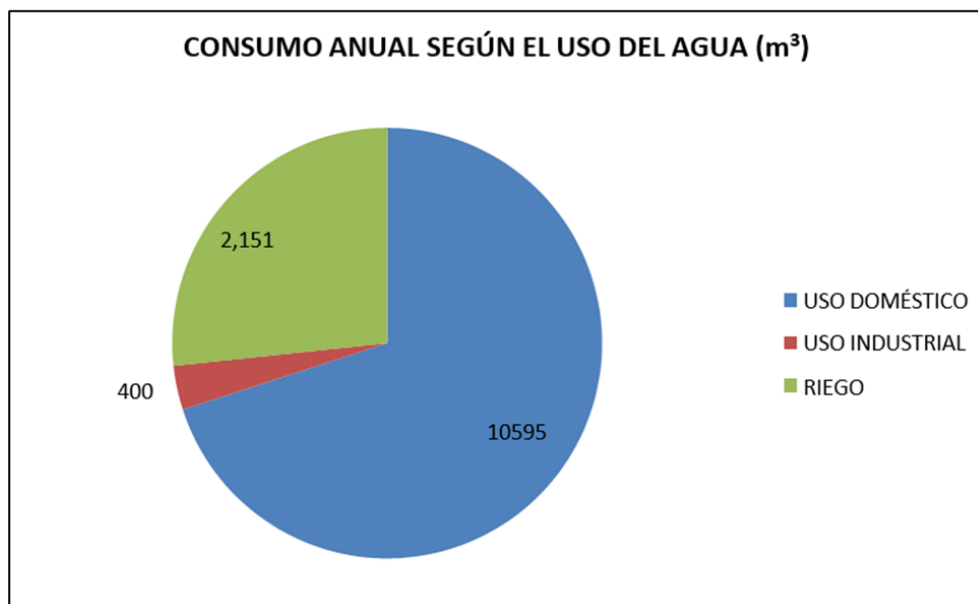
En relación a la distribución del uso del agua potable en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac, un porcentaje promedio mensual del 25.8 % se viene utilizando para el riego de zonas verdes comunes, mientras que un porcentaje promedio mensual del 5.2 % se viene utilizando para el uso industrial. Finalmente, un porcentaje promedio mensual del 69 % se viene utilizando para el uso doméstico. A continuación, en la figura se exponen las derivaciones obtenidas:

Figura 8. Distribución del uso de agua potable – Quebrada de Manchay



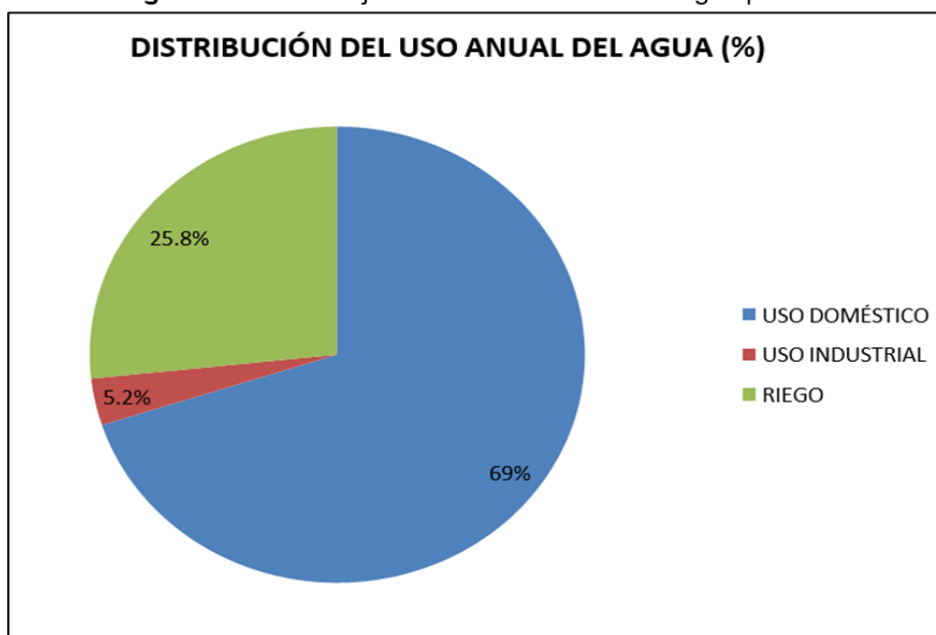
Respecto al consumo anual del agua potable de acuerdo al uso en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac, se consume un promedio anual de 2,151 m³ el cual se viene utilizando para regar zonas verdes comunes, mientras que un promedio anual del 400 m³ se viene utilizando para el uso industrial. Finalmente, se consume un promedio anual de 10,595 m³ el cual se viene utilizando para el uso doméstico. En la siguiente figura se muestran los resultados obtenidos:

Figura 9. Consumo anual de agua por uso – Quebrada de Manchay



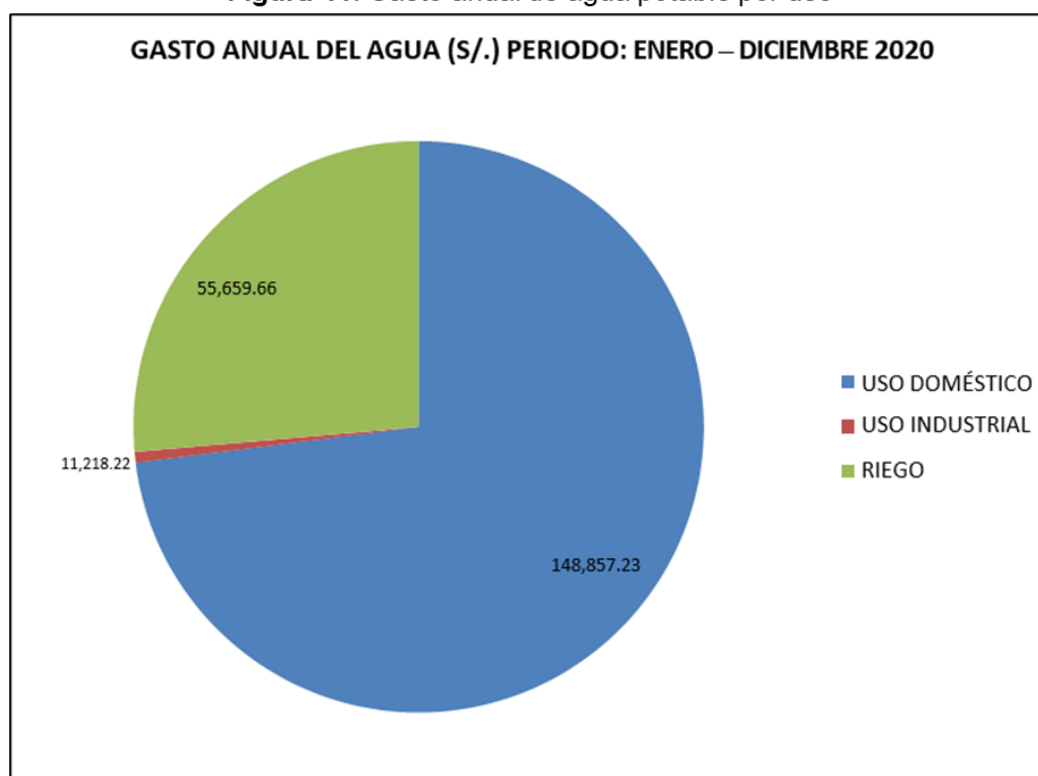
Respecto a la distribución anual del agua potable de acuerdo al uso en la Quebrada de Manchay del distro de Pachacamac, los resultados indican que un porcentaje promedio anual del 25.8 % se viene utilizando para el riego de parques y jardines, mientras que un porcentaje promedio anual del 5.2 % se viene utilizando para el uso industrial. Finalmente, un porcentaje promedio anual del 69 % se viene utilizando para el uso doméstico. A continuidad, en la figura se exponen las derivaciones obtenidas:

Figura 10. Porcentaje anual de distribución de agua por uso



Para concluir este diagnóstico, se obtuvo que el gasto anual de agua potable se dio de la siguiente manera. En relación al gasto anual por consumo de agua potable en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac, se gastó un total de 55,659.66 soles en el riego de zonas verdes de uso común, para luego gastar un total de 11,218.22 soles en el uso industrial y se gastó un total de 148,857.23 soles en el uso doméstico del lugar de estudio como se muestra en la siguiente figura:

Figura 11. Gasto anual de agua potable por uso



CONCLUSIONES

a) La caracterización de las aguas servidas de la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac, provincia de Lima concluye que mediante la medición de sus principales parámetros contaminantes, producto de cuatro muestras ensayadas en un laboratorio particular se obtuvieron los siguientes resultados:

- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) = 94 mgO₂/L
- Demanda Química de Oxígeno (DQO) = 195.5 mgO₂/L
- Sólidos Totales Suspendidos (STS) = 147 mg/L
- Coliformes Termotolerantes Totales = 8.5×10^3 NMP/100ml
- Aceites y Grasas = 17.8 mg/L
- Nivel de pH = 7.08 unidades
- Temperatura = 25.2 °C

Los cuales cumplen con estar dentro del rango de los Límites Máximos Permisibles (LMP's) para su descarga final que están establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM pudiéndose reutilizar en el riego de áreas verde de uso común.

b) El dispendio de agua potable utilizada en el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac durante el periodo de enero a diciembre acorde al reporte de la empresa Sedapal fue de 2,151 m³ representando un porcentaje anual del 25.8% equivalente a 55,659.66 soles que podrían representar un ahorro monetario sustancial, pues se podría utilizar las aguas servidas tratadas para regar parques y jardines en el lugar de estudio.

c) La caracterización del suelo de los parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac fueron: textura y densidad aparente. Se realizaron dos muestras las cuales arrojaron un resultado de laboratorio siguiente:

- Muestra 1: Arena 85.13%, Limo 9.85%, Arcilla 5.05% con una textura "arenosa franca" con densidad aparente de 1.67 gr/cc.

- Muestra 2: Arena 79.13%, Limo 15.85%, Arcilla 5.05% con una textura “arenosa franca” con densidad aparente de 1.68 gr/cc.

Los resultados son compatibles en uso de aguas servidas tratadas debido a la composición del terreno.

- d) Finalmente, se llega a la conclusión general y contrastando la hipótesis de la investigación que las propiedades hidráulicas de las aguas servidas son adecuadas para el riego de parques y jardines de la quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac, ya que según la caracterización realizada cumplen con estar dentro de los Límites Máximos Permisibles que exige el D. Supremo N° 003-2010-MINAM. Asimismo, se podrá reemplazar el uso de agua potable ya que representa el 25.8% del consumo anual para el riego de parques y jardines ahorrando 55,659.66 soles.

RECOMENDACIONES

- Se sugiere sensibilizar y capacitar a la población y autoridades de la Quebrada de Manchay, perteneciente al distrito de Pachacamac mediante profesionales técnicos y universitarios sobre la importancia de la reutilización de las aguas servidas para el riego de parques y jardines de la localidad. Esto ayudará a preservar y cuidar el medio ambiente y el recurso hídrico del río Lurín.
- Se recomienda a la planta de tratamiento de aguas residuales “Manchay” de la empresa Sedapal a realizar los mantenimientos periódicos necesarios así como monitorear permanentemente las cargas contaminantes y en mayor énfasis los coliformes fecales residuales domésticos acorde a los Límites Máximos Permisibles (LMP's) para su deposición conclusiva que están establecidos en el D. Supremo N° 003-2010-MINAM.
- Se sugiere investigar otras alternativas de rehúso y reaprovechamiento de aguas tratadas para el regado de áreas agrícolas, ya que existen pobladores que se dedican a la agricultura a pequeña escala y podría ser una alternativa para diversificar la economía del lugar.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

(s.f.).

Alasino, N. (2009). *Síntesis y diseño de plantas de tratamiento de aguas residuales*. Santa Fe, Argentina: Universidad Nacional del Litoral.

Araujo, D. &. (2011). *Alternativas para el manejo de las aguas residuales municipales en la parroquia de La Puerta, Municipio Valera, Estado Trujillo*. Venezuela.

Arce, L. (2013). *Urbanizaciones sostenibles: Descentralización del tratamiento de aguas residuales residenciales*. Lima, Perú.

Arundel, J. (2002). *Tratamiento de aguas negras y efluentes industriales*. Madrid, España: Trad. V. San José. ACRIBIA.

Behar, D. (2008). *Metodología de la investigación*. New York: Editorial Shalom .

Crites, R. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Colombia: Editorial McGraw-Hill.

Durán, C. &. (2008). *Manual para el diseño de unidades de tipo biológico en Plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas en El salvador*. Universidad de El Salvador – Facultad de Ingeniería y Arquitectura., El Salvador.

Eddy, M. &. (1998). *Ingeniería de aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización*. New York: McGraw Hill Book Co.

Egocheaga, L. &. (2004). *Una Estrategia para la Gestión de las Aguas Residuales*. Lima: CEPIS/OPS.

Espinoza, E. (2010). *Planta De Tratamiento De Aguas Residuales San Juan De Miraflores*. Universidad de Piura, Piura.

Hernández, R. (2003). *Metodología de la Investigación*. México: 3ra. Ed. McGraw-Hill Interamericana.

Marín, A., & Osés, M. (2013). *Operación y mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales con el proceso de Lodos Activados, Tomo 2*. México: omisión Estatal de Jalisco.

Mejias, Z. (2010). *Evaluación de las plantas de tratamiento de Aguas residuales de las urbanizaciones el Tamarindo y el Moriche*. Universidad de Oriente, Barcelona, Ecuador.

Montoya, E. (2017). *Evaluación de alternativas para la instalación de un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales con fines de riego agrícola en el sub sector San Agustín – Callao*. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

- Moscoso, J. (2011). *Opciones de Tratamiento y Reúso de Aguas residuales en Lima Metropolitana. Proyecto LIWA, Gestión sostenible del agua y las aguas residuales en centros urbanos en crecimiento afrontando el cambio climático Conceptos para Lima Metropolitana*. Lima. Obtenido de http://www.lima-water.de/documents/jmoscoso_informe.pdf
- MVCS. (2013). *rotocolo De Monitoreo De La Calidad De Los Efluentes De Las Plantas De Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas o Municipales. Anexo III*. Lima: Resolución Ministerial N° 273-2013-MVCS.
- Pinchi, J. (2013). *Evaluación del sistema de tratamiento de aguas residuales en la disminución de la DQO, en industrias de Shanusi, Yurimaguas*. Universidad Nacional de San Martín – Facultad de Ecología., Yurimaguas.
- Quiroz, P. (2009). *Planta de Tratamiento de aguas residuales para regadío en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.
- Reglamento Nacional de Edificaciones. (2016). *Norma OS. 090 “Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales”*. Lima, Perú.
- Rolim, S. (1987). *Sistemas de Lagunas de Estabilización*. Colombia: Editorial Mc Graw Hill.
- Romero, J. (1999). *Tratamiento de Aguas Residuales por Lagunas de Estabilización*. México: Alfaomega Grupo Editor.
- Romero, J. (2002). *Tratamiento de Aguas Residuales. Teoría y principios de diseño*. Colombia: Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. 2da ed.
- SNIP. (2017). *Guía de Identificación, Formulación, y Evaluación Social de Proyectos de Saneamiento Básico Ámbito de Pequeñas Ciudades a Nivel de Perfil*. Lima.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES HIDRÁULICAS DE LAS AGUAS SERVIDAS PARA REHUSO EN RIEGO

| | | | | |
|---|---|---|---|--|
| <p>PROBLEMA GENERAL:</p> <p>¿Cuál es el análisis de las propiedades hidráulicas de las aguas servidas para rehuso en riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) ¿Cuál es la caracterización de las aguas servidas acorde a los Límites Máximos Permisibles en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac?</p> <p>b) ¿Cuál es el consumo de agua potable utilizada en el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac?</p> | <p>OBJETIVO GENERAL:</p> <p>Analizar las propiedades hidráulicas de las aguas servidas para ser reutilizadas en el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</p> <p>a) Determinar la caracterización de las aguas servidas acorde a los Límites Máximos Permisibles en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.</p> <p>b) Determinar el consumo de agua potable utilizada en el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.</p> | <p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>Las propiedades hidráulicas de las aguas servidas son adecuadas para rehuso en riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:</p> <p>a) La caracterización de las aguas servidas está por debajo de los Límites Máximos Permisibles en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.</p> <p>b) El consumo de agua potable utilizada en el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac será en base a los resultados de campo.</p> | <p>VARIABLE 1: Planta de tratamiento de aguas residuales</p> <p>Dimensión 1: Caracterización de las aguas residuales</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Sólidos de suspensión ○ Demanda química de oxígeno ○ Demanda bioquímica de Oxígeno ○ Coliformes fecales y totales ○ Temperatura ○ Ph <p>Dimensión 2: Caracterización del suelo</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Muestra en campo ○ Porcentaje de arena ○ Porcentaje de limo ○ Porcentaje de arcilla ○ Textura | <p>MÉTODO: Científico</p> <p>TIPO: Aplicada</p> <p>NIVEL: Descriptivo-explicativo</p> <p>DISEÑO: No experimental</p> <p style="text-align: center;">M ○</p> <p>Donde:</p> <p>M= Muestra</p> <p>O= Propiedades hidráulicas de las aguas servidas reutilizadas en el riego de parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.</p> <p>POBLACIÓN: Parques y jardines del distrito de Pachacamac.</p> <p>MUESTRA: Parques y jardines en la quebrada de Manchay perteneciente al distrito de Pachacamac.</p> |
|---|---|---|---|--|

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| <p>c) ¿Cuál es la caracterización del suelo de los parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac?</p> | <p>c) Determinar la caracterización del suelo de los parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac.</p> | <p>c) La caracterización del suelo de los parques y jardines en la Quebrada de Manchay del distrito de Pachacamac será en base a los resultados de campo.</p> | <p>o Densidad aparente</p> <p>Dimensión 3:</p> <p>Diagnóstico del consumo de agua potable</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> o Consumo mensual de agua o Volumen de uso o Distribución del uso o Gasto mensual por servicio de agua | <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Observación - Ficha técnica - Tomas fotográficas diversas - Recolección de muestras - Contraste de criterios técnicos y normatividad vigente. <p>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Análisis en laboratorio de las muestras obtenidas. |
|---|---|---|---|---|















