

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UPLA
UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

TESIS

**IMPLEMENTACIÓN DE UN PTAR PARA
MEJORAR EL SISTEMA DE REGADÍO EN EL
PARQUE LOS FICUS EN EL DISTRITO DE
SANTA ANITA**

Para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

BACH. RAFAEL ANGEL ANTONIO AGUIRRE

BACH. DANIEL EDUARDO TARAZONA CABELLO

Asesor:

ING. JULIO CESAR LLALLICO COLCA

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas Tecnologías y Procesos

Huancayo – Perú

2024

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO

Dr. Rubén Darío Tapia Silguera

Mg. Henry Gustavo Pautrat Egoavil
Jurado Revisor

Mg. Erika Genoveva Zuñiga Almonacid
Jurado Revisor

Ing. Yina Milagros Ninahuanca Zavala
Jurado Revisor

Mg. Leonel Untiveros Peñaloza
Secretario Docente

DEDICATORIA

A nuestros padres por sus enseñanzas con amor y voluntad que hicieron de nosotros persona tenaz y perseverante, a nuestra familia por la motivación constante de seguir a delante cada día y vencer nuevos retos.

Bach. Rafael Ángel Antonio Aguirre

Bach. Daniel Eduardo Tarazona Cabello

AGRADECIMIENTO

A la familia por su apoyo incondicional día a día,
a la Universidad Peruana los Andes por
brindarnos las enseñanzas con los mejores
docentes.

Bach. Rafael Ángel Antonio Aguirre

Bach. Daniel Eduardo Tarazona Cabello

CONSTANCIA DE SIMILITUD

N ° 0287 - FI -2024

La Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones, hace constar mediante la presente, que la **Tesis**; titulada:

IMPLEMENTACIÓN DE UN PTAR PARA MEJORAR EL SISTEMA DE REGADÍO EN EL PARQUE LOS FICUS EN EL DISTRITO DE SANTA ANITA

Con la siguiente información:

Con Autor(es) : **Bach. ANTONIO AGUIRRE RAFAEL ANGEL**
Bach. TARAZONA CABELLO DANIEL EDUARDO

Facultad : **INGENIERÍA**

Escuela Académica : **INGENIERÍA CIVIL**

Asesor(a) : **Msc. JULIO CESAR LLALLICO COLCA**

Fue analizado con fecha **19/08/2024**; con **106 págs.**; con el software de prevención de plagio (Turnitin); y con la siguiente configuración:

Excluye Bibliografía.

X

Excluye citas.

X

Excluye Cadenas hasta 20 palabras.

X

Otro criterio (especificar)

El documento presenta un porcentaje de similitud de **17** %.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentajes establecidos en el artículo N°15 del Reglamento de uso de Software de Prevención de Plagio Versión 2.0. Se declara, que el trabajo de investigación: **Si contiene un porcentaje aceptable de similitud.**

Observaciones:

En señal de conformidad y verificación se firma y sella la presente constancia.

Huancayo, 19 de Agosto del 2024.



MTRA. LIZET DORIELA MANTARI MINCAMI
JEFA

Oficina de Propiedad Intelectual y Publicaciones

CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
CONTENIDO	vi
CONTENIDO DE TABLAS	ix
CONTENIDO DE FIGURAS	xi
CONTENIDO DE FOTOGRAFÍAS	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	xii
ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO I	17
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.1. Descripción de la realidad problemática	17
1.2. Formulación del problema	20
1.2.1.Problema general	20
1.2.2.Problemas específicos	21
1.3. Justificación de la investigación	21
1.3.1.Justificación práctica	21
1.3.2.Justificación científica.....	21
1.3.3.Justificación metodológica.....	22
1.4. Delimitación de la investigación	22
1.4.1.Espacial	22
1.4.2.Temporal	22
1.4.3.Económica	22
1.5. Limitaciones	23
1.6. Objetivos de la investigación	23
1.6.1.Objetivo general	23
1.6.2.Objetivos específicos	23
CAPÍTULO II	24
MARCO TEÓRICO	24
2.1. Antecedentes de la investigación	24
2.1.1.Antecedentes nacionales	24
2.1.2.Antecedentes internacionales.....	26

2.2. Bases teóricas o científicas	29
2.2.1.PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales)	29
2.2.2.Sistemas de riego.....	42
2.3. Marco conceptual.....	49
CAPÍTULO III.....	51
HIPÓTESIS	51
3.1. Hipótesis	51
3.1.1.Hipótesis general.....	51
3.1.2.Hipótesis específica.....	51
3.2. Variables.....	52
3.2.1.Definición conceptual de las variables	52
3.2.2.Definición operacional de la variable	52
3.2.3.Operacionalización de variables.....	53
CAPÍTULO IV	55
METODOLOGÍA	55
4.1. Método de investigación.....	55
4.2. Tipo de investigación	55
4.3. Nivel de la investigación.....	56
4.4. Diseño de la investigación.....	56
4.5. Población y muestra.....	57
4.5.1.Población	57
4.5.2.Muestra	57
4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	57
4.7. Técnica de procesamiento y análisis de resultados.....	59
4.7.1.Zona de estudio.....	60
4.7.2.Trabajo de campo	61
3.7.1.Agua requerida para el parque	62
3.7.2.Estudio del flujo	63
4.8. Técnicas y análisis de datos.....	66
CAPÍTULO V.....	68
RESULTADOS	68
5.1. Descripción del diseño tecnológico	68
5.2. Objetivo específico 1	69

5.2.1. Flujo del agua.....	69
5.3. Objetivo específico 2.....	71
5.3.1. Calidad del agua	72
5.4. Objetivo específico 3.....	74
5.4.1. Costo para tipo de riego	74
5.5. Objetivo específico 4.....	75
5.5.1. Presupuesto de implementación	75
5.6. Contrastación de hipótesis	82
5.6.1. Hipótesis específica 1.....	82
5.6.2. Hipótesis específica 2.....	83
5.6.3. Hipótesis específica 3.....	85
CAPÍTULO VI.....	88
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	88
6.1. Objetivo general.....	88
6.2. Objetivo específico 1	89
6.3. Objetivo específico 2.....	89
6.4. Objetivo específico 3.....	90
6.5. Objetivo específico 4.....	90
CONCLUSIONES.....	91
RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	94
ANEXOS.....	97
Anexo N°01: Matriz de consistencia.....	98
Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables	100
e instrumento.....	100
Anexo N°03: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación	102
Anexo N°04: Confiabilidad y validez de instrumento	106

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los microorganismos	34
Tabla 2. Contaminantes que muestran importancia en el agua residual	35
Tabla 3. Tipos de reactores biológicos híbridos	36
Tabla 4. Parámetros y valores consolidados de agua usada en regadío y ganadería	43
Tabla 5. Operacionalización de variables.	53
Tabla 6: Rangos y Magnitudes de validez	58
Tabla 7: Validez de los expertos	58
Tabla 8: Rangos y Magnitudes de Confiabilidad.....	59
Tabla 9: Confiabilidad	59
Tabla 10. Cálculo del uso de agua diario del parque	62
Tabla 11. Cálculo del costo anual de agua potable para el parque	62
Tabla 12. Demanda anual para riego	64
Tabla 13. Prueba paramétrica y no paramétrica.....	66
Tabla 14. Parámetros de correlación.....	66
Tabla 15. Resultados del medidor ultrasonido portátil	71
Tabla 16: Resultados del análisis físico-químicas del efluente del PTAR (agua	72
Tabla 17: Resultado de la muestra de análisis fisicoquímico de la muestra experimental del agua tratada (agua Residual UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE).....	73
Tabla 18: Análisis comparativos de la muestra de agua al ingreso y salida de la planta.....	73
Tabla 19: Análisis del costo de acuerdo con el tipo de riego.....	74
Tabla 20. Inversión para la PTAR	76
Tabla 21. Depreciación para la PTAR	76
Tabla 22. Costos operacionales anuales y/o de mantenimiento de planta	77
Tabla 23. Costos de mano de obra para la PTAR	77
Tabla 24. Estado de resultados de la inversión para la PTAR.....	78
Tabla 25. Flujo económico de caja para la PTAR	79
Tabla 26. Indicadores económicos para la PTAR.....	79
Tabla 27. Presupuesto de materiales	81
Tabla 28: Resultados de la prueba de normalidad en el flujo de los sistemas de riego	82
Tabla 29: Análisis de la prueba paramétrica Pearson	83
Tabla 30: Resultados de la prueba de normalidad en el potencial de hidrogeno del sistema de riego	84

Tabla 31: Análisis de la prueba paramétrica Pearson	85
Tabla 32: Resultados de la prueba de normalidad del costo del sistema de riego	86
Tabla 33: Análisis de la prueba paramétrica Pearson	87

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1. Aguas residuales producidas al día a nivel nacional y en la región Lima.....	19
Figura 2. Ubicación del distrito de Santa Anita.....	22
Figura 3. Aguas residuales.....	29
Figura 4. Características físicas de aguas residuales.....	31
Figura 5. Cámara de bombeo.....	37
Figura 6. Proceso de desarenador.....	37
Figura 7. Proceso de la trampa de grasa.....	38
Figura 8. Almacenamiento de agua residual.....	38
Figura 9. Reactores MBBR.....	39
Figura 10. Filtración del agua.....	39
Figura 11. Tanque de filtración.....	40
Figura 12. Tanque de cloro.....	40
Figura 13. Almacenes de agua.....	41
Figura 14. Agua tratada.....	41
Figura 15. Distribución de la planta.....	42
Figura 16. Sistema de riego por goteo INTAGRI, (2017).....	46
Figura 17. Sistema de riego por aspersión.....	47
Figura 18. Sistema de riego por microaspersión.....	47
Figura 19. Sistema de riego por microaspersión.....	48
Figura 20. Ubicación del Parque Los Ficus (Google, 2021).....	57
Figura 21. Mapa de Santa Anita – Lima.....	60
Figura 22. Área verde del parque Los Ficus.....	61
Figura 23. Alcantarillado del parque Los Ficus.....	63
Figura 24. Medidor ultrasónico portátil AVFM 5.0.....	64
Figura 25. Plano de espacio de planta MBBR.....	65
Figura 26. Posible ubicación de la planta MBBR ubicada en el parque Los Ficus.....	65
Figura 27. Medidor ultrasonido portátil AVFM 5.0, (punto B).....	69
Figura 28. Medidor ultrasonido portátil AVFM 5.0 (punto B).....	70
Figura 29. Flujo de aguas residuales por tubería cercana al parque Los Ficus.....	70
Figura 30. Análisis del flujo en los tres puntos de muestreo.....	71
Figura 31. Análisis de los parámetros de la calidad del agua.....	74
Figura 32. Tipo de agua para riego en el parque Ficus.....	75

RESUMEN

En la presente investigación se ha planteado como problema general: ¿Qué efecto produce la implementación de un PTAR en el sistema de riego en el parque Los Ficus en el distrito de Santa Anita?, siendo el objetivo general: Evaluar el efecto que produce la implementación de un PTAR en el sistema de riego en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita. En la tesis se empleó el método de investigación científica, de tipo aplicada, nivel descriptivo - correlacional y un diseño no experimental, obteniendo como resultados los tres puntos de medición el F1=1.011 L/s, F2=1.252 L/s, F3=1.152 L/s, mostrando así un mayor caudal en el punto de muestreo 2 y las variaciones con respecto al F1 de 0.00 %, 23.84% y 13.95% de forma respectiva, además muestran un potencial de hidrógeno en el agua residual de 8.70, en el agua tratada de 7.44 y como valor de parámetro de norma de 6.5 a 8.5, coliformes fecales 350 NMP/100ml, aceites y grasas <5 mg/l, demanda bioquímica de oxígeno 7.63 mg/l, demanda química de oxígeno 24.20mg/l, ph de 7.44 unidades, sólidos totales en suspensión <0.10ml/l, y una temperatura de 22.4. Llegando a cumplir así con los valores estipulados. De forma respectiva, en el costo del riego con agua potable de S/. 7.28 por m³, el riego con agua subterránea de S/3.00 por m³, el riego con agua residual tratada es de S/ 0.00 por m³ y del costo del riego con agua de camión cisterna es de S/ 14.00 por m³. El precio del parque Los Ficus en el distrito de Santa Anita es de S/. 52,708.24, mientras que la TIR es de 28.75%, por lo que se concluye que la implementación de un PTAR mejora la eficiencia del sistema de riego en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita, con un costo de S/. 189,112.92 y finalmente se recomienda que una vez implementada la PTAR se crea un procedimiento de evacuación de los lodos que la planta produce a fin de mantenerla operativa continuamente y monitorear la calidad de agua del PTAR con el fin de garantizar la salubridad del riego y no exponer a los ciudadanos a plagas o infecciones.

PALABRAS CLAVE: PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales), sistema de riego, tratamiento, aspersión.

ABSTRACT

In the present investigation, the general problem has been raised: What effect does the implementation of a WWTP produce in the irrigation system in The Ficus Park in the Santa Anita district? with the general objective being: Evaluate the effect produced by the implementation of a WWTP in the irrigation system in the ficus park in the district of Santa Anita. In the thesis, the scientist research method was used, of an applied type, of a descriptive - correlational level and a non-experimental design, obtaining as results the three measurement points $F1=1.011$ L/s, $F2=1.252$ L/s, $F3=1.152$ L/s, thus showing a higher flow rate at demonstration point 2 and variations with respect to F1 of 0.00%, 23.84% and 13.95% respectively, it also shows a potential for hydrogen in the residual water of de 8.70, in the treated water 7.44 and as a norm parameter value 6.5 a 8.5, fecal coliforms 350 NMP/100ml, oils and fats <5 mg/l, biochemical oxygen demand 7.63 mg/l, chemical oxygen demand 24.20mg/l, ph. de 7.44 units, total solids in suspension <0.10ml/l, and a temperature of 22.4. thus achieving the stipulated values., at the cost of irrigation with potable water of S/. 7.28, irrigation with groundwater is S/3.00, irrigation with treated residual water is S/ 0.00 and the cost of irrigation with water from a tanker truck is S/ 14.00. the price of the Ficus in the district of Santa Anita is S/. 52,708.24, while the IRR is 28.75%, so it is concluded that the implementation of a WWTP improves the efficiency of the irrigation system in the ficus park in the Santa Anita district, at a cost of S/. 189,112.92 and finally it is recommended that once the WWTP is implemented, a procedure for evacuation of the sludge that the plant produces be created in order to keep it operational continuously and monitor the water quality of the WWTP in order to guarantee the health of the irrigation and not expose citizens to pests or infections.

KEY WORDS: WWTP (Wastewater Treatment Plant), irrigation system, treatment, sprinkler.

INTRODUCCIÓN

En el presente, el agua es fundamental para fomentar una vida sostenible, y se erige como el recurso natural primordial para usos domésticos, industriales y agrícolas. A pesar de su vital importancia, diversos problemas como la escasez, la distribución desigual y el uso inadecuado y excesivo plantean desafíos significativos. Por lo que una buena alternativa es el considerar la gestión del agua a las aguas residuales. Las aguas residuales poseen un elevado valor energético, por lo que muchos países alrededor del mundo están reincorporándolos al ciclo productivo del agua. Para que esto suceda, se inició con el uso de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR) que mejoren la calidad del sistema de riego y que cumplan con la legislación de cada país. La presente investigación titulada “Implementación de un PTAR para mejorar el sistema de riego en el parque los Ficus distrito de Santa Anita” se desarrolla un tipo de metodología simple para determinar la viabilidad de la implementación de una PTAR para el sistema de riego de parques en el distrito de Santa Anita. Para ello se ha desarrollado los costos de implementar esta planta más la distribución hacia los parques beneficiados comparándolos con el sistema actual, además se desarrolla los problemas, así como estudios climatológicos y ambientales señalan que de toda el agua que la población mundial consume, solo un 4% es reutilizable. En el Perú se producen aproximadamente 45 m³ de agua residual por segundo, y tan solo refiriéndose a la región Lima, se calcula que esta genera 1.3 m³ por segundo. Ante ello se analiza al distrito de Santa Anita, el cual tiene un deficiente sistema de irrigación para sus parques, viéndose obligado a abastecerse de camiones cisterna y puntos de agua potable, lo que ocasiona un mayor gasto. En el distrito de Santa Anita, la carencia de un sistema de irrigación apropiado en los parques conlleva a depender de camiones cisterna y suministro de agua potable. Esta práctica fomenta un uso ineficiente de este recurso vital, por consiguiente, es imperativo llevar a cabo una evaluación detallada. Dicha evaluación se realizará mediante la recopilación de datos en terreno y su posterior análisis en una hoja de cálculo, con el objetivo de identificar resultados y proponer soluciones que mejoren el sistema actual.

La presente investigación conformada por seis capítulos:

Capítulo I: En cual se desarrolla el planteamiento del problema, formulación y sistematización del problema, justificación, delimitación, limitación y objetivos.

Capítulo II: Se desarrolla el marco teórico, los antecedentes nacionales e internacionales, el marco conceptual, la definición de términos,

Capítulo III: Se trabaja las hipótesis y las variables.

Capítulo IV: Se detalla la metodología, la tesis se está desarrollando con el nivel descriptivo, se está comparando costo-beneficio del riego artesanal con agua potable con la implementación de un PTAR, diseño de la investigación es no experimental, población y muestra, técnicas y análisis de datos.

Capítulo V: Contiene los resultados del trabajo de investigación. En el cual se concluye que el uso diario de agua potable que consume el parque Los Ficus del distrito de Santa Anita es de 71,17 m³, con la implementación de un PTAR el distrito de Santa Anita tendrá un ahorro económico considerable y también se realiza la contrastación de hipótesis.

Capítulo VI: Contiene la discusión del resultado de la investigación. Finalmente se tiene las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

Bach. Rafael Ángel Antonio Aguirre
Bach. Daniel Eduardo Tarazona Cabello

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel internacional los seres humanos y las fábricas producen gran cantidad de aguas residuales al día. Si no se recolectan y se tratan de manera adecuada, las aguas residuales pueden amenazar gravemente la salud y además aumentar la contaminación del medio ambiente, ante ello se han tomado medidas como implementar plantas de tratamiento de aguas residuales en el mundo, pero a pesar de ello y lamentablemente el tratamiento de estas aguas aún no llega ni al 50% de las aguas residuales del mundo.

Claro ejemplo de las enormes ventajas en términos de seguridad y salud para las comunidades, es la planta de tratamiento de aguas residuales, diseñada, construida y operada en el estado de Hidalgo, México, el cual “maneja un caudal de 31,5 m³/s y cumple con todos los estándares de calidad de aguas residuales requeridos al 100% de acuerdo a las muestras” Acciona, (2018), de esta manera se busca favorecer a la salud y al medioambiente.

Por otro lado, se ha comprobado que en América Latina y el Caribe solo se trata entre el 30% y el 40% del agua residual recolectada, provocando esto, grandes impactos negativos en la salud y el medioambiente, pese a ello, se han evidenciado beneficios con el tratamiento de las aguas, tal es el caso, en el empleo de biosólidos provenientes de la empresa de servicios de saneamiento CAESB en Brasil ha demostrado ser beneficioso

en la producción de maíz, generando rendimientos por encima del promedio. Se ha constatado que esta práctica ofrece una eficiencia un 21% superior a la de los fertilizantes minerales. Asimismo, tras una inversión de USD 2,7 millones en la implementación de la infraestructura necesaria en la planta de tratamiento de aguas residuales La Farfana en Santiago de Chile, el operador de la planta logró comercializar el biogás resultante, obteniendo una ganancia neta anual de USD 1 millón para la empresa.

A nivel nacional del mismo modo, en el Perú, “la planta de tratamiento de aguas residuales de Cusco está ahorrando \$230.000 anuales en transporte de tarifas de vertedero y biosólidos gracias a un contrato con un productor local de compost [...]. El compost producido por los biosólidos de la planta se utilizará como parte de un proyecto de gestión del agua destinado a proteger el pago Piuray”. Cortes Cadavid, y otros, (2020)

A nivel local en Lima Metropolitana y el Callao trata alrededor del 80% (equivalente a 6 900 000 habitantes aproximadamente) de las aguas servidas en PTAR La Chira lo que equivale a un caudal promedio de 6,3 m³ por segundo y por otro lado, la PTAR Taboada, trata un caudal promedio de 14 m³ por segundo, de esta manera los distritos de Lima y Callao cuentan con aguas tratadas, las cuales tienen usos determinados según la necesidad de la población beneficiada, como es el caso, que se utiliza para el mantenimiento de áreas verdes, como parques y bermas, a través de sistemas de riego adecuados que proporcionen el mejor cuidado y ahorro de agua, logrando de esta forma contribuir en la reducción de la contaminación y la sostenibilidad de las áreas verdes.

En la actualidad, el desarrollo y mantenimiento de áreas verdes, no sólo constituye una expresión del ornato de la ciudad, sino que ha pasado a formar parte necesaria para mejorar los factores de salud, estilo de vida y descontaminación frente a un escenario cada vez más contaminado por las actividades humanas, evidenciándose esto en las ciudades industrializadas, como es el caso de Lima, por ende, en el distrito de Santa Anita.

Bajo esas circunstancias, en el uso de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales se convierte en un asunto de vital importancia a nivel global, toda vez que el tratamiento de aguas mediante el uso de herramientas de tratamiento, toda vez que del total de agua

existente en el planeta, tan solo el 2.5% es dulce, y de dicha cantidad solo el 0.4% es apta para el consumo humano Acciona, (2020).

Haciendo hincapié en la importancia del recurso hídrico, surge la preocupación del desperdicio y contaminación que existe en este recurso, ya que su valor es incluso mayor en zonas áridas o con un pobre acceso al agua, ya que muchas ciudades a nivel mundial no están situadas necesariamente a orillas de un río o lago que garanticen su abastecimiento. Por lo que, las autoridades han podido considerar al tratamiento de estas aguas turbias como una alternativa beneficiosa que permite el reaprovechamiento de estas aguas que pueden ser usadas para riego de áreas verdes, agricultura e incluso si se da el caso en la acuicultura.

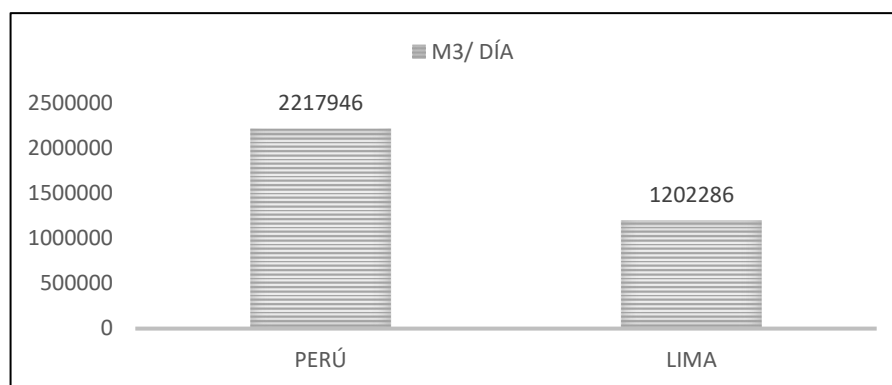


Figura 1. Aguas residuales producidas al día a nivel nacional y en la región Lima.

Fuente: "Diseño e implementación de riego automatizado y el monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación de mujeres empresarias Marie Poussepin ", por Cortes Cadavid, y otros, (2020)

En Lima existen PTAR distribuidas en diferentes puntos de toda la ciudad, especialmente cerca del río de tal forma que una vez tratadas, si no son usadas para el regadío, ser vertidas para que desemboquen en el mar. Además de generar una protección ambiental considerable de los ríos y mares, también enriquecen los suelos y ayudan a la conservación del recurso hídrico que, en vez de ser usado en los parques, puede almacenarse o distribuirse entre la población que no tiene un acceso directo a este. Se ha determinado que si en una ciudad de 100 mil habitantes que cada uno tenga un mínimo de emisión de efluente de desagüe aproximado de 140 litros diarios, se produciría un aproximado de 5 millones de m³ al año, siendo éstas aguas residuales ricas en nutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio, nutrientes que son aprovechados en la fertilización de tierras de cultivo, se podría irrigar un aproximado de 1000 hectáreas de áreas verdes, muy aparte del beneficio de los nutrientes antes mencionado.

Teniendo en cuenta los beneficios que otorgan las aguas residuales tratadas apropiadamente, se considera más que factible su uso para el riego de las áreas verdes, específicamente en parques que son un eje importante no solo en la estética de la ciudad, sino también en el cuidado ambiental y la mejora en la gestión del recurso hídrico que se usa para abastecer a la totalidad de la población. Ya que, en vez de usar el agua potable para el regadío de los parques, esta sería usada para el consumo humano que muchas veces enfrenta la escasez. En ese sentido, el Instituto Metropolitano de Planificación (2021) plantea que en la ciudad de Lima Metropolitana el desarrollo formal y saludable se ampara en el mantenimiento de la infraestructura ecológica, y ello implica aumentar en 30% la superficie de suelo arbolado.

El distrito de Santa Anita ha sufrido un aumento poblacional de forma exponencial que se ha presentado en las últimas décadas, a su vez ha aumentado la cantidad de aguas residuales que son emitidas a gran escala. Por ello, este se ha vuelto un problema que preocupa a los expertos y en especial a los habitantes del distrito. Ante esta situación se evidencia que las autoridades no proponen ni accionan proyectos orientados al tratamiento de aguas residuales que sean utilizados en beneficio de todas y todos los habitantes del distrito, pues se observa que las áreas verdes se encuentran descuidadas, secas y en algunos casos desérticas, debido a la escasez de agua y a la implementación de un sistema de regadío inapropiado, que no ahorra el agua, por ende, no habría ahorro en el costo por consumo.

Para el desarrollo del presente estudio, se ha enfocado en el análisis del abastecimiento de agua de riego a través del sistema de regadío mediante una PTAR para el parque Los Ficus en el distrito de Santa Anita, mismo que es el más grande que tiene este distrito, por ende, surgen los problemas de abastecimiento para el mantenimiento de las áreas verdes del parque Los Ficus debido a que no existe un adecuado sistema de regadío para optimizar el uso del agua tratada en las plantas de tratamiento de aguas residuales de Lima Metropolitana, asignadas al distrito de Santa Anita.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué efecto produce la implementación de un PTAR en el sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿En qué medida mejora la implementación de un PTAR en el flujo del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita?
- b) ¿De qué manera incide la implementación de un PTAR en la calidad de agua del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita?
- c) ¿Cuál es la incidencia de la implementación de un PTAR en los costos de riego del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita?
- d) ¿Cómo mejora la implementación de un PTAR en el presupuesto de implementación del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita?

1.3. Justificación de la investigación

1.3.1. Justificación práctica

De acuerdo con Méndez (2020), “Una investigación tiene una justificación practica cuando los resultados que se obtengan describen de que modo tales resultados serán empleados para cambiar el área de estudio del problema cambiando la realidad del área de estudio” (pág. 25).

Con la implementación de un PTAR se plantea mejorar la gestión ambiental de los recursos hídricos, protección a la salud, ahorro de agua, una buena disposición de residuos sólidos y tóxicos y un ahorro económico para el distrito de Santa Anita beneficiando al distrito de Santa Anita.

1.3.2. Justificación científica

Desde el punto de vista de Castro (2016), “una investigación se justifica teórica o científicamente cuando en parte del proyecto se viene a exponer las razones y argumentos necesarios para llevar a cabo una investigación” (pág. 75).

Con esta conceptualización en la tesis permite analizar los aspectos técnicos y de las características de la implementación de un PTAR para mejorar el sistema de riego en el Parque Los Ficus, ubicado en Av. Cedros 495 en el distrito de Santa Anita. Empleando normativa relacionada a la implementación de un PTAR.

1.3.3. Justificación metodológica

Según Bernal (2010), “una investigación se justifica metodológicamente cuando esta plantea estrategias y una metodología para generar un conocimiento confiable y válido que puede ser empleado en investigaciones futuras” (pág. 26).

La presente investigación se plantea un nuevo método para mejorar el sistema de regadío por una implementación de un PTAR, de esta forma los resultados validos que se obtengan pueden ser empleados en situaciones de problemas semejantes a la investigación, así como ayudar a solucionar problemas reales.

1.4. Delimitación de la investigación

1.4.1. Espacial

Desde perspectiva espacial, la investigación realizó su desarrollo en el Parque Los Ficus, ubicado en Av. Cedros 495 en el distrito de Santa Anita, Lima Metropolitana, Perú.



Figura 2. Ubicación del distrito de Santa Anita

Fuente: “Provincia de Lima”, por Google Maps, (2021)

1.4.2. Temporal

Desde la perspectiva temporal, el estudio se realizó a lo largo del año 2021.

1.4.3. Económica

El presupuesto empleado para los ensayos en la investigación fue financiado por ambos investigadores.

1.5. Limitaciones

En la investigación una de las limitantes encontradas fue el proceso de obtención de información.

1.6. Objetivos de la investigación

1.6.1. Objetivo general

Evaluar el efecto que produce la implementación de un PTAR en el sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

1.6.2. Objetivos específicos

- a) Determinar en qué medida mejora la implementación de un PTAR en el flujo del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.
- b) Evaluar la incidencia de la implementación de un PTAR en la calidad de agua del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.
- c) Analizar cuál es la incidencia de la implementación de un PTAR en los costos del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.
- d) Identificar como mejora la implementación de un PTAR en el presupuesto de implementación del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes nacionales

Villalta Yupanqui, y otros, (2021), sustenta la tesis de pregrado **titulado:** “Mejoramiento de las PTAR para el uso minero en un sistema integrado de clarificación del agua de tres procesos, mina Coimolache - Cajamarca”, el cual fija como **objetivo general:** Demostrar si el sistema integrado de agua en 3 procesos de la PTAR permite la reducción de tamaño, implementación, operación y mantenimiento en comparación al sistema tradicional, empleando la **metodología:** El nivel de metodología es aplicada, el tipo de investigación es explicativa y se basa en un diseño no cuasi- experimental, obteniendo como **resultado:** Luego de realizar el análisis se identificó que es necesario un área de 143.96 m² para implementar el clasificador de agua rasta, un área de 41.32 m² para el clasificador integrado con tres procesos además es necesario una energía de 1.8 k wk para el clasificador de agua resta y de 12.6 kwk para el clasificador de tres procesos de agua, y finalmente **concluyo:** Mencionando que el costo de implementación del clasificador de agua rasta es de \$ 1'086,958.72, para el clasificador de tres procesos \$ 851,048.83 mostrando una diferencia del 21.70%.

Lopez Aguilar, (2020), sustenta la tesis de pregrado **titulado:** “Implementación de un PTAR para mejorar el sistema de regadío en los parques del distrito de San

Martin de Porres”, el cual fija como **objetivo general:** Mejorar el sistema de regadío en los parque mediante un PTAR, flujo y el costo, empleando la **metodología:** El tipo de investigación es aplicada al emplear conocimiento existente con respecto a la variable teórica, el diseño de investigación es observacional, obteniendo como **resultado:** Afirmando que para la implementación del PTAR se tiene como un costo indirecto un 83.34% y por un parámetro de VAN y TIR se obtiene al menos un 82.34% se ahorró económico, el flujo del agua muestra es de 22.22 l/s y un 60.20 l/s. Además, el agua necesaria para el área agrícola es de 80%, para el área de población es de 12%, el área industrial es 6% y para caso de minería es del 2%, y finalmente **concluyo:** Al mencionar la posibilidad de mejorar el sistema de riego en parques y jardines mediante el uso de agua residual tratada, se puede disminuir la dependencia de camiones cisterna y agua potable, lo que resulta en un enfoque más sostenible al implementar sistemas de riego y aspersión.

Ponce Melgar, (2019), sustenta la tesis de pregrado **titulado:** “Implementación de una PTAR para optimizar el sistema de regadío de parque en el distrito del Rímac – Lima- Perú”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar la optimización del sistema de regadío de los parque en el distrito del Rimac por una evaluación del PART, empleando la **metodología:** Se empleó metodología científica, de nivel explicativo y con diseño experimental, obteniendo como **resultado:** La cantidad de agua tratada en caso de concretarse el proyecto es de 21.420 m³/mes, para una vida útil de 20 años, los costos de mantenimiento anual es de S/170,352.60 con un costo de construcción de S/ 332,052.60. El PTAR con el sistema biorreactor móvil presentan un monto de S/ 719,463.00 con un área requerida necesaria de 375 m², y finalmente **concluyo:** Al implementar un PART se define como una solución rentable mostrando una viabilidad del 20% obteniendo así un ahorro de más de 600,000 anualmente, lo que significa ahorro del 70% en los parques intervenidos.

Manotupa Dueñas, y otros, (2018), sustenta la tesis de pregrado **titulado:** “Propuesta de elaboración de una guía para el proceso de diseño en proyectos de plantas de tratamiento de agua residuales en el Perú”, el cual fija como **objetivo general:** Desarrollar una guía y elaborar un proyecto PTAR facilitando el

proceso de elección de tecnología, empleando la **metodología**: Se emplea un enfoque cuantitativo y cualitativo, se basa en nivel correlacional y es un diseño experimental, como **resultado**: Por un análisis de los riesgos en los proyectos se llegan a identificar por una tecnología de depuración físico- química y biología que viene a estar dirigida a una población de gran envergadura, teniendo así una capacidad de tratamiento soportando caudales con un ingreso grande, y finalmente **concluyo**: Mencionando que vienen a ser necesario de un proceso lógico y eficiente, empleando la tecnología del tratamiento de aguas residuales por un método natural siendo así la mejor alternativa.

Valverde Calderón, (2019), sustenta la tesis de pregrado **titulado**: “Implementación de un sistema de tratamiento anaeróbico de lodos en la planta de tratamiento de aguas residuales la enlozada Arequipa”, el cual fija como **objetivo general**: Realizar implementación del plan de tratamiento anaeróbico de lodos en la planta de tratamiento del agua residual la Enlozada, empleando la **metodología**: Se realizó estudio de la calidad del agua mediante ensayos, una metodología de nivel correlacional, de tipo explicativo, como **resultado**: Por el análisis realizado y al trabajar con una tubería longitudinal corta y de lodo con presencia del 6% de sólidos me trasladaran a una velocidad de 1.13 m/s, la tubería empleada es de 150 mm cumpliendo así con las condiciones mínima de velocidad de 1 m/s y con el diámetro mínimo de 100 mm, además la implementación del sistema de tratamiento anaeróbico logran conservar un ahorro del 68% de los gastos de operación y del mantenimiento por gastos de operación y de mantenimiento, y finalmente **concluyo**: Mencionando que los de mantenimiento y de operación por 10 años .

2.1.2. Antecedentes internacionales

Cortes Cadavid, y otros, (2020), sustenta la tesis de pregrado **titulado**: “Diseño e implementación de riego automatizado y el monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación de mujeres empresarias Marie Poussepin”, el cual fija como **objetivo general**: Desarrollar el sistema de riego automatizado con monitoreo por OIT en los cultivos urbanos de la fundación de mujeres empresarias del barrio de Altamida, empleando la **metodología** Emplea una metodología científica, es de nivel aplicativa con un

diseño experimental por el que se obtienen datos válidos, como **resultado:** Por análisis de la humedad con el sensor de DTH11 se muestra un comportamiento lineal por parte de la temperatura y la humedad llega a disminuir poco a poco con el transcurso del día, del mismo modo, los cambios en la humedad del suelo no son tan rápidos, y la capacidad de absorción de agua del suelo evita que la humedad disminuya bruscamente, y finalmente **concluyo:** El sistema diseñado cumple con los requerimientos necesarios para monitorear el tiempo real de las variables ambientales controlado a partir de la humedad que presenta el suelo del invernadero monitoreando así los datos desde cualquier dispositivo móvil o computador.

Guerrero Moro, y otros, (2018), sustenta la tesis de pregrado **titulado:** “Diseño e instalación de sistema de riego automatizado orquídea *Oncidium Sphalatum* e invernadero de la universidad autónoma de Chapingo”, el cual fija como **objetivo general:** Diseñar y construir un sistema un sistema de riego empleando de forma eficiente y confiable, empleando la **metodología:** La investigación emplea una metodología científica, es de nivel aplicada con un diseño experimental por el que se obtienen datos válidos, obteniendo como **resultado:** Luego de este análisis se muestra una reducción de la cantidad de agua, mejorar la capacidad de riego, y **concluyo:** Que a través del sistema de riego automatizado el ahorro del recurso hidráulico mejoro notablemente los gastos y paralelamente logrando una contribución en el cuidado del agua.

Cañon Quiroga, y otros, (2018), sustenta la tesis de pregrado **titulado:** “Prototipo de un sistema automatizado de riego para jardines”, el cual fija como **objetivo general:** Diseñar e implementar un prototipo de sistema automatizado de riego en jardines, empleando la **metodología:** Se baso en la utilización de conocimientos previos para abordar un problema real, adoptando un enfoque descriptivo y empleando un diseño experimental, obtuvo el **resultado:** Este proyecto se implementó un software para medir los factores de producción el cual presento una usabilidad y facilidad de uso, mostrando así una amigabilidad con el usuario de acuerdo al entorno geográfico en las que se llegan a evaluar estos puntos el producto diseñado cumple con los estándares mínimos de calidad, y finalmente **concluyo:** Que se logró implementar el prototipo de un plan de

riego automatizado en la facultad de ingeniería reduciendo la cantidad de agua empleada por un sistema eficaz de aspersión.

Solano Ramírez , (2018), sustenta la tesis de pregrado **titulado:** “Viabilidad financiera para la implementación de un PTAR como estrategia para disminuir los costos por el elevado consumo de agua por parte de los lavaderos de autos en la ciudad de Cartagena”, el cual fija como **objetivo general:** Realizar un estudio de factibilidad financiera para implementar un PTAR en la ciudad de Cartagena Indias, empleando la **metodología:** En la investigación se empleó una metodología científica, es de nivel exploratorio, obteniendo como **resultado:** De acuerdo con el análisis el VAN = 3 lo que evidencia ser mayor a 0 entre tanto los valores obtenidos en una tasa interna de retorno (TIR) es 93% se determinó un valor del 19% como tasa de descuento, lo que resultó en un periodo de recuperación de la inversión en 1.48 años, aproximadamente 1.5 años. Tras este período, se proyecta recuperar una inversión de \$ 128,363.100, y finalmente **concluyo:** Afirmando que al implementar un PTAR se reduce un 50% de los gastos por lo que se denomina un proyecto viable.

Solano Ramírez , (2018), sustenta la tesis de pregrado **titulado:** “Evaluación de la eficiencia del método de riego por goteo”, el cual fija como **objetivo general:** Evaluar la eficiencia del método de riego por un proceso de goteo en tres marcas de contas de goteo por dos espacios laterales, empleando la **metodología:** La metodología aplicada se basa en la utilización de conocimientos existentes para abordar un problema real. Este enfoque, de naturaleza descriptiva, se ha desarrollado mediante un diseño experimental., como **resultado:** Las distancias entre laterales de riego en el área bajo riego que dan como resultado un espacio B2 (entre laterales de 1m con una cobertura de 0.0213 m²), de acuerdo con la prueba Tukey al 5% el área más bajo de riego fue el factor A1 con 0.0242 m², y finalmente **concluyo:** Económicamente el costo varía en cada tratamiento donde la mejor alternativa tecnológica es el T5 con un registro de 1,44 \$/m², seguido por el T6 con 1,49 \$/m², siendo así los tratamientos más costosos llegan a ser los que prevalecieron en las diferentes variables de estudio .

2.2. Bases teóricas o científicas

2.2.1. PTAR (Planta de tratamiento de aguas residuales)

Una planta de tratamiento se define como un conjunto de operaciones que pueden ser químicas, físicas o biológicas, cuyo propósito es eliminar o reducir la contaminación del agua. Manotupa Dueñas, y otros, (2018)

La planta de tratamiento se viene a definir como un conjunto de procesos que cambian las características químicas y físicas del agua residual, de esta forma se reducen o se elimina la contaminación no deseable de las aguas. Además, igual que tienen al menos el 99% de los contaminantes orgánicos, originadas por el uso doméstico, comercial e industrial. López Aguilar (2020)



Figura 3. Aguas residuales

Fuente: Extraída de “Implementación de un PTAR para mejorar el sistema de riego en los parques del distrito de San Martín de Porres”, por López Aguilar (2020)

El tratamiento de aguas residuales puede resumirse a un proceso de recuperación, se trata de recuperar al ciclo del agua un porcentaje de esta que ha sido contaminada por los desechos que se producen por habitante, siendo estos también llamados aguas residuales. Este proceso se desarrolla en lo que se conoce como planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) la cual mediante procesos físicos y/o químicos libera a estas aguas de gran parte de sus contaminantes tanto biológicos como no biológicos con el objetivo de convertirlo en un efluente apto para ser reutilizado o devuelto a los cuerpos receptores. Existen diversos tipos de plantas para el tratamiento de aguas residuales, su utilización depende del tipo de aguas residuales que se requieran

tratar, existiendo las aguas residuales domésticas, las cuales son producto del desarrollo urbano y generalmente son desechos orgánicos que van a parar al alcantarillado; las aguas residuales industriales, estas por lo general contienen grandes cantidades de químicos por lo que las empresas por lo general antes de verterlas en el alcantarillado les realizan un tratamiento que reduzca su toxicidad hasta lo permitido según el Ministerio del Ambiente en su normativa de los LMP. Existen también plantas que tratan a las aguas residuales agrícolas como un tipo diferente de aguas residuales debido a su composición más rica en minerales y nutrientes, además de plantas de tratamiento de lixiviados que son producto de la filtración de un fluido a través de una superficie que por lo general lo contamina a niveles que necesitan ser tratados adecuadamente. López Aguilar (2020)

A) Características físicas

Se dice del contenido total que tienen los sólidos que comprende materia en suspensión, tiene una materia sedimentable y material coloidal.

Es el material conseguido de un residuo luego de exponer al agua el proceso de evaporación, denominado como sólidos elementales.

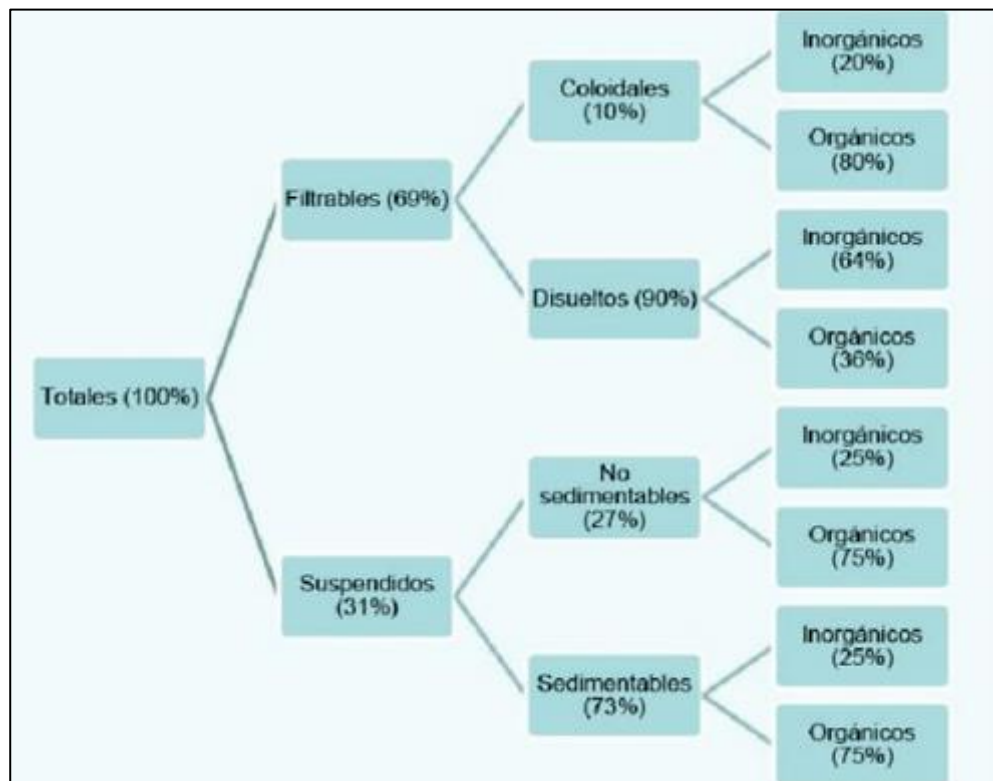


Figura 4. Características físicas de aguas residuales

Fuente: Extraída de “Implementación de un PTAR para mejorar el sistema de riego en los parques del distrito de San Martín de Porres”, por López Aguilar (2020)

- **Sólidos**

“De forma general se conocen a los sólidos como el material que se obtiene como el residuo que sobra luego de someter al agua a un proceso de evaporación (103°C y 105°C) y de sedimentación los sólidos sedimentables son encontrados en el fondo de un recipiente en forma en un paso de 60 min.” Quiroz Pedraza (2009)

- **Temperatura**

La temperatura del agua residual y contaminada suele superar la del agua de suministro proveniente de los hogares al mezclarse con el agua caliente. Este fenómeno se conoce para determinar la idoneidad del agua en ciertos usos.

De forma general la temperatura del agua residual más elevada que el agua suministrada esto por causa de una incorporación del agua caliente procedente de los locales industriales y viviendas. La T° es un parámetro muy importante para tomar en consideración ya que muestra relación con las reacciones químicas resultantes y la velocidad de reacción. Quiroz Pedraza (2009)

- **Color**

Este material se distingue por su tonalidad gris, y su aplicación tanto en entornos domésticos como industriales conlleva a su exposición en redes de alcantarillado, donde se mezcla con partículas contaminantes, adquiriendo una tonalidad negra. En este punto, se clasifica como parte del agua residual. López Aguilar (2020)

- **Turbiedad**

La turbiedad del agua residual es una propiedad de transmisión de luz del agua donde se indica la calidad del agua que son vertidas y del agua con una relación del material coloidal y residual en suspensión. Estas mediciones se realizan mediante la comparación de la dispersión de luz en la muestra con

la intensidad registrada durante un proceso de suspensión. Quiroz Pedraza (2009)

- **Olor**

Este es un efecto de la desintegración del material orgánico, llegando a obtener un olor desagradable que aumenta con la presencia del sulfato de hidrogeno.

Los olores son el resultado de los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual suele emanar un olor extremadamente desagradable, siendo el olor característico del agua séptica la presencia de sulfuro de hidrógeno, conocido coloquialmente como "huevo podrido", generado como consecuencia de la presencia de sulfatos. La problemática en estos olores se viene a considerar esencialmente a consecuencia de por la falta de tratamiento de las aguas residuales. Quiroz Pedraza (2009)

b) características Químicas

Las características químicas que muestra el agua residual son de forma general es el contenido de material inorgánico y orgánico, y gases. Para medir la cantidad de material orgánico se separa los materiales. Quiroz Pedraza (2009)

- **Material orgánico**

Cerca al 75% de los sólidos en suspensión, así como el 40% de los sólidos filtrables se consideran de naturaleza orgánica, siendo así sólidos con un origen vegetal y animal, además de las actividades humanas como una síntesis del compuesto orgánico.

“Además, hay presencia de fósforo, azufre o hierro, de esta forma se pueden identificar grupos de sustancias orgánicas de proteínas (40-60%), grasas y aceites (10%) e hidratos de carbono (25-50%)”. Quiroz Pedraza (2009)

- **Proceso de medida del contenido orgánico**

“Los diversos métodos con los que se puede medir el contenido orgánico se clasifican en: Carbono orgánico total (COT), demanda química de oxígeno (SQT) y la demanda bioquímica de oxígeno (DBO)”. Quiroz Pedraza (2009)

- **Materia inorgánica**

Las concentraciones de las sustancias inorgánicas en el agua afectan el uso final que se les dará como es el caso del nitrógeno, los cloruros, la alcalinidad y el azufre, donde algunos compuestos inorgánicos y metales pesados como el plomo, níquel, cobre, hierro. “De esta forma dentro del material inorgánico es necesario identificar las concentraciones de (pH) ion hidrogeno para medir así la importancia del agua residual, ya que al presentar una alta concentración de este producto muestra una dificultad para un tratamiento biológico lo que modifica la concentración del ion hidrogeno natural”. Quiroz Pedraza (2009)

- **Gases**

El contenido de gases que se encuentran en el agua residual son el nitrógeno (N₂), oxígeno (O₂), sulfuro de hidrogeno (H₂S), amoniacó (NH₃) y el metano (CH₄). En donde estos tres últimos son obtenidos a consecuencia de la descomposición del material orgánico que está presente en el agua. Así mismo el oxígeno que esta disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aeróbicos.

c) **Características biológicas**

“Para llevar a cabo un tratamiento biológico, es fundamental considerar las características del agua residual. Los grupos primordiales de microorganismos presentes en el agua superficial y residual son aquellos que señalan la presencia de contaminación”. Quiroz Pedraza (2009)

- **Microorganismos**

Las bacterias que llegan a desempeñar un papel amplio con una gran importancia durante el proceso de descomposición y de estabilización de

la materia orgánica dentro de un marco conceptual en las plantas de tratamiento.

Los grupos de organismos que están presentes en el agua residual son clasificados como un organismo eucariota, arqueobacterias y bacterias presentadas en la siguiente tabla:

Tabla 1. Clasificación de los microorganismos

Grupo	Estructura celular	Caracterización	Miembro representativo
Arqueobacterias	Procanota (b)	Química celular	Termacidófilos, halófilos y metalogénesis
Bacterias	Procariota (b)	Química celular parecido al eucariota	La mayoría de las bacterias
Eucanota	Eucanota	Multicelular en presencia de una gran diferencia de las células y tejidos con una escasa diferenciación de tejidos	Plantas (musgos y helechos)

Fuente: Extraída de “Implementación de un PTAR para mejorar el sistema de riego en los parques del distrito de San Martín de Porres”, por López Aguilar (2020)

d) Contaminantes de importancia en el tratamiento de agua residual

El vertido de agua residual proveniente de diversas fuentes naturales conlleva un nivel de contaminación, por lo tanto, es crucial controlar los efectos no deseados. El propósito de esta acción es evitar que el cuerpo receptor experimente cambios en sus propiedades, convirtiéndose estas características en aspectos esenciales para el uso al que fueron propuestos:

- Material orgánico biodegradable
- Nutrientes
- Material orgánico refractario
- Sólido inorgánico disuelto

- Solido suspendido
- Solido inorgánico disuelto

Tabla 2. Contaminantes que muestran importancia en el agua residual

Contaminante	Fuente	Efectos resultantes por una descarga del agua
Sustancias que vienen a consumir oxígeno (biodegradable)	Carbohidratos, proteínas, aceites y grasas	Agotamiento del oxígeno, en condiciones sépticas
Nitrógeno, fosforo	ARD, ARI, descarga natural	Proceso de crecimiento inestable de algas y de plantas acuáticas
Sólidos suspendidos	Erosión en el suelo, ARD, ARI	Depósito de lodo, desarrollo de las condiciones anaeróbicas
Los microorganismos patógenos	ARD	Comunicación de las enfermedades
Material toxico como: metales pesados y compuestos orgánicos tóxicos	ARD, ARI	Proceso de deterioro del ecosistema y el envenenamiento de los alimentos
Sólidos inorgánicos disueltos por: cloruros, pH y sulfuros	Uso y abastecimiento del agua	Incremento del contenido de sal
H2S (olores)	Proceso de descomposición del ARD	Molestia publica

Fuente: "Planta de tratamiento de aguas residuales para regadío en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos", por Quiroz Pedraza (2009)

e) Reactores bilógicos

Las PTAR tienen como objetivo principal el eliminar en la mayor medida posible los contaminantes tanto físicos, químicos y biológicos que puedan tener estas

aguas a fin de que pueda ser reutilizada de forma segura, no solo el agua sino también cualquier subproducto que la planta pueda producir. Ante esto se identificaron diversidad de plantas que trabajan con reactores biológicos híbridos, cada una con una capacidad distinta destinada a tratar a un tamaño aproximado de población promedio como se observa:

Tabla 3. Tipos de reactores biológicos híbridos

Modelo	Capacidad de la planta	Población aprox.(hab.)
PTAR modelo PC-5	5 m ³ /h	600
PTAR modelo PC-25	25 m ³ /h	3000
PTAR modelo PC-50	50 m ³ /h	6000
PTAR modelo PC-100	100 m ³ /h	12000
PTAR modelo PC-200	200 m ³ /h	24000
PTAR modelo PC-300	300 m ³ /h	36000

Fuente: “Modelos de PTAR de acuerdo con la población aproximada de habitantes”, por Gestión de Aguas y Residuos, (2021)

2.2.1.1. Planta compacta modular Moving Bed Biofilm reactor (MBBR)

A) Etapas de la planta modular MBBR

La planta compacta modular tiene las siguientes etapas:

1. Cámara de rejas

También llamado cámara de bombeo es aquí donde llega a almacenarse toda el agua residual proveniente del alcantarillado para luego ser bombeado al siguiente proceso.



Figura 5. Cámara de bombeo

Fuente: Propia

2. Desarenador:

En esta etapa de tratamiento es donde se va reteniendo todos los sólidos gruesos que se pueda encontrar en el agua residual mediante unas rejas. luego pasa a otro cámara de desarenador donde se va reteniendo solidos más finos.



Figura 6. Proceso de desarenador

Fuente: Propia

3. Trampa de grasa:

Proceso donde se retiene el contenido de aceites, grasas, para luego pasar al siguiente proceso por una tubería de 8 “todo esto por gravedad.



Figura 7. Proceso de la trampa de grasa

Fuente: Propia

4. Cámara ecualizador:

Es aquí donde se almacena el agua residual el cual tiene dos etapas la cámara ecualizador y la cámara de estabilización de lodos, a partir de la cámara ecualizador se distribuye hacia el reactor MBBR mediante bombas programada.



Figura 8. Almacenamiento de agua residual

Fuente: Propia

5. Reactores MBBR:

Reducen la carga orgánica mediante el uso de Carrier el cual ayudan a la desintegración y eliminación de contaminantes.



Figura 9. Reactores MBBR

Fuente: Propia

6. Tanque de retrolavado:

Se trata de un proceso empleado en el tratamiento de agua y aguas residuales que consiste en el bombeo del agua a través de diversos medios filtrantes, los cuales comprenden cualquier elemento dispuesto en un filtro que modifica la calidad del agua que lo atraviesa.



Figura 10. Filtración del agua

Fuente: Propia

7. Tanque de filtración:

El fluido pasa al tanque de almacenamiento de agua tratada y es aquí donde van quedando algunas impurezas que se puede encontrar.



Figura 11. Tanque de filtración

Fuente: Propia

8. Tanque de cloro:

El clarificador, resultado de la sedimentación, contiene el efluente tratado que cumplirá con la normativa establecida tras ser desinfectado con cloro (Hipoclorito de sodio al 10%).



Figura 12. Tanque de cloro

Fuente: Propia

9. Tanque de agua tratada:

Almacenamiento de agua tratada listo para su distribución.



Figura 13. Almacenes de agua

Fuente: Propia



Figura 14. Agua tratada

Fuente: Propia

B) Características MBBR:

Algunas de las ventajas que el proceso biológico MBBR:

- ✓ Solución compacta y modular que permite una ampliación sencilla: con un alto grado de llenado que favorece el crecimiento bacteriano, esta solución se destaca por su diseño compacto.
- ✓ Se reduce la generación de lodos en comparación con tecnologías como los lodos activados.
- ✓ Además, se emplean tamices de retención en la salida de los biorreactores para prevenir la fuga de portadores del reactor.

- ✓ Los reactores aeróbicos contarán con un sistema de aireación de burbuja gruesa que garantiza el suministro adecuado de oxígeno para el proceso biológico.



Figura 15. Distribución de la planta

Fuente: Propia

2.2.2. Sistemas de riego

2.2.2.1. Calidad de agua para riego

Desde la perspectiva legal, no existen límites máximos permisibles que enmarquen el uso de aguas tratadas para uso en riego, ni para otros tipos de actividades. Así, los estándares de calidad definen lo que se puede realizar con un cuerpo natural de agua que sea utilizado para el riego, aunque esto no significa que sus lineamientos sean los mismos que para los efluentes de una PTAR Loose, (2015).

En ese sentido, el artículo 150 del Reglamento de la Ley de Recursos Hídricos del Perú se establece que en caso se deseen reutilizar efluentes de aguas servidas para algún uso en particular, el proceso debe regirse en función de las particularidades de la actividad en la que se desee reusar el agua, con lo que se encuentra un conflicto, en la medida que la naturaleza de los efluentes debe regirse a los parámetros del riego, y por ende los procesos de la PTAR también. En caso la discrepancia no sea fácil de resolver bajo ambas instancias, se toman en cuenta los lineamientos establecidos por la Organización Mundial de la Salud, tomando el carácter universal y fundamental que tiene el derecho al acceso a agua de calidad.

El reglamento antes mencionado también estipula que, es responsabilidad de la ANA de ordenar el reúso de aguas residuales siempre y cuando estas sean tratadas, con lo que también queda en manos de dicha entidad la responsabilidad de controlar y vigilar el reúso de dichas aguas. El presente proyecto representa una particularidad que, de manera oportuna, se encuentra considerada por la ley; ya que, para el riego de áreas verdes, además de la ANA, también es necesario seguimiento de la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA), ya que esta institución tiene entre sus funciones el vigilar los aspectos de salud pública que se deben considerar en las áreas de uso público.

A ello, se agrega la creciente necesidad en el país de generar una guía en la que se estipulen adecuadas prácticas de riego mediante el reúso de aguas residuales Loose, (2015).

Tabla 4. Parámetros y valores consolidados de agua usada en regadío y ganadería

Categorías		E.ca: 3		
Parámetro	Unidad	Parámetros para riego de vegetales	Parámetro para bebidas de animales	
FÍSICO – QUÍMICOS				
Aceites y grasas	mg/l	5	10	
Bicarbonatos	mg/l	518	Sin valor	
Cianuro Wad	mg/l	0,1	0,1	
Cloruros	mg/l	500	Sin valor	
Color	Color verdadero escala Pt/Co	100	100	
Conductividad	uS/cm	2500	5000	
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/l	15	15	
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/l	40	40	
Detergentes (SAAM)	mg/l	0,2	0,5	
Fenoles	mg/l	0,002	0,01	
Fluoruros	mg/l	1	Sin valor	
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/l	100	100	
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/l	10	10	
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	4	5	
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4	
Sulfatos	mg/L	1000	1000	

Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
INORGANICOS			
Aluminio	mg/l	5	5
Arsénico	mg/l	0,1	0,2
Bario	mg/l	0,7	Sin valor
Berilio	mg/l	0,1	0,1
Boro	mg/l	1	5
Cadmio	mg/l	0,01	0,05
Cobre	mg/l	0,2	0,5
Cobalto	mg/l	0,05	1
Cromo Total	mg/l	0,1	1
Hierro	mg/l	5	Sin valor
Litio	mg/l	2,5	2,5
Magnesio	mg/l	Sin valor	250
Manganeso	mg/l	0,2	0,2
Mercurio	mg/l	0,001	0,01
Niquel	mg/l	0,2	1
Plomo	mg/l	0,05	0,05
Selenio	mg/l	0,02	0,05
Zinc	mg/l	2	24
PLAGUICIDAS			
Parathión	ug/l	35	35
ORGANOCOLORADOS			
Aldrin	ug/l	0,004	0,7
Clordano	ug/l	0,006	7
DDT	ug/l	0,001	30
Dieldrin	ug/l	0,5	0,5
Endosulfan	ug/l	0,01	0,01
Endrin	ug/l	0,004	0,2
Heptacloro y heptacloro epóxido	ug/l	0,01	0,03
Lindano	ug/l	4	4
CARBAMATO:			
Aldicarb	ug/l	1	11
POLICLORUROS BIFENILOS TOTALES			
Policloruros (PCB's)	Bifenilos Totales	ug/l	0,04 0,045
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS			
Coliformes Totales (35-37°C)	NMP/100 ml	1000	5000
Coliformes Termotolerantes (44,5°C)	NMP/100 ml	1000	1000
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	20	20

Escherichia coli	NMP/100 ml	100	100
Huevos y larvas de helmintos	Huevos/L	<1	<1

Fuente: “Parámetros para riego de vegetales y parámetros para bebidas de animales en la categoría 3”, Ministerio del Ambiente, 2008.

2.2.2.2. Mejoramiento del Sistema de Regadío

La eficiencia del riego también se puede mejorar alterando las prácticas agrícolas, como la rotación de cultivos (cultivos de plantas de acuerdo con las estaciones y las condiciones del suelo) y la labranza de conservación (dejando un residuo de cultivo del año anterior en el campo para reducir la erosión y la escorrentía) que ayudan a mejorar la conservación de la humedad del suelo.

Sistema de Regadío: El riego es el proceso artificial de aplicar cantidades controladas de agua a la tierra para ayudar en la producción de cultivos, pero también para cultivar plantas de paisaje y césped, donde puede conocerse como riego. Si bien el riego es fundamental para cultivar los alimentos que se consumen a diario, también es usado para darle mantenimiento a las áreas verdes de las ciudades, ya que en períodos de escasez estos pueden verse marchitos ya que no pueden verse abastecidos en su totalidad. Y si bien el riego no es solo usado como sustento de los vegetales también tiene una propiedad protectora contra las heladas que a menudo ocurren en las zonas del altiplano peruano, además de que reduce la desertificación de los suelos que a menudo suele darse en ciudades costeras. Sin embargo, en la agricultura, este riego se basa únicamente en la lluvia directa se conoce como de secano. El micro riego utiliza menos presión y flujo de agua que el riego aéreo. El riego por goteo se filtra en la zona de la raíz.

Los sistemas de riego se emplean no solo para la agricultura, sino también para enfriar el ganado, controlar el polvo, tratar aguas residuales y actividades mineras. El riego se estudia comúnmente en conjunto con el drenaje, que consiste en eliminar el exceso de agua tanto en la superficie como en el subsuelo de un área determinada.

Desde hace más de 5.000 años, el riego ha sido un componente fundamental de la práctica agrícola y ha sido un legado de diversas culturas a lo largo de la historia. Tradicionalmente, ha sustentado economías y sociedades en todo el mundo, desde Asia hasta las Américas.

2.2.2.3. Tipos de regadío

A) Sistema de riego por goteo

Actualmente es uno de los sistemas con eficiencia del 90 al 95 % aplicado en los cultivos, siendo en la fertirrigación uno de los sistemas más recomendable, pudiendo suministrar el agua de forma radial en la zona aplicada. Su manejo es óptimo, evitando el crecimiento de malezas en los bordes, teniendo un riego localizado, superficial y enterrado. Teniendo como componentes principales la bomba, líneas de distribución, emisores y líneas de distribución en el sistema. INTAGRI, (2017).



Figura 16. Sistema de riego por goteo INTAGRI, (2017)

Estos sistemas permiten el transporte del agua por una red de tuberías o mangueras al ser aplicadas a un cultivo por un proceso de goteo entregando agua en un volumen reducido, estas tuberías se llegan a distribuir por el largo de las líneas de cultivo garantizando así que el agua llegue a todos los puntos necesarios, esta distribución es realizada con cierta presión para garantizar un recorrido completo. Cortes Cadavid, y otros, (2020)

B) Sistema de riego por aspersión

Su adaptación a los diferentes terrenos irregulares y ondulados, como a los distintos cultivos la utilización de este sistema llega a una eficiencia de 75%. Al ser aplicado, se dispersa con los aspersores por toda el área a tratar, llegando a disimular una lluvia natural, pueden ser semifijos, estacionarios o portátil. El agua es aplicada por turnos, mediante una tubería que gira a través de la tubería para cubrir el área a tratar, están montadas sobre torres con ruedas para que estas tuberías lleguen a moverse, suministrada por

el pivote central encargado de moverse de una forma circular de extremo a extremo. INTAGRI, (2017).



Figura 17. Sistema de riego por aspersión

Fuente: “Sistema de aspersión”, INTAGRI, (2017)

C) Sistema de riego por microaspersión

Este método se basa en transportar agua por una tubería que presenta micro aspersores que están ubicados en ciertos puntos, cumpliendo así el suministro de riego por una lluvia fina, permitiendo así una mejor distribución del agua.



Figura 18. Sistema de riego por microaspersión

Fuente: “Diseño e implementación de riego automatizado y el monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación de mujeres empresarias Marie Poussepin”, por Cortes Cadavid, y otros, (2020)

D) Riego automatizado

El riego automatizado es un sistema diseñado para administrar de manera controlada el suministro de agua a los cultivos, basándose en parámetros predefinidos mediante un sistema de aspersión. Este sistema garantiza un riego preciso y automatizado.



Figura 19. Sistema de riego por microaspersión

Fuente: “Diseño e implementación de riego automatizado y el monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación de mujeres empresarias Marie Poussepin”, por Cortes Cadavid, y otros, (2020)

2.3. Marco conceptual

- a) **Aguas residuales:** Son aguas que pasaron por algún proceso o actividad humana que las contaminó de forma física, química y/o biológica, y que es desechada ya sea directamente a un cuerpo natural o a la red de alcantarillado urbano, siendo clasificadas en aguas residuales urbanas, industriales, agrícolas y lixiviadas. (Solano Ramírez , (2018)
- b) **Calidad de agua:** El término se define como las condiciones del agua en términos de sus propiedades físicas, químicas y biológicas, ya sea en su estado natural o tras haber sido modificada por la intervención humana. Baeza Gómez, Eduardo (2018)
- c) **Características físicas del agua residual:** Se definen como el contenido total que tienen los sólidos que comprende materia en suspensión, tiene una materia sedimentable y material coloidal, además que es el material conseguido de un residuo luego de exponer al agua el proceso de evaporación. López Aguilar (2020)
- d) **Estudio de flujo:** Se destaca por la identificación del lugar donde se va a tomar la muestra de agua, lo que implica un análisis del flujo de aguas residuales para determinar el punto óptimo para evaluar el caudal. Ponce Melgar (2019)
- e) **Planta de tratamiento:** Es una infraestructura o equipo que permite la purificación en gran medida de las aguas residuales que son producto de las actividades humanas, para que puedan ser reutilizadas o devueltas al ciclo natural del agua. Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, (2006).
- f) **Sistemas de agua:** Este sistema comprende la infraestructura esencial para la captación, conducción, tratamiento, almacenamiento y distribución del agua desde fuentes naturales, tanto subterráneas como superficiales, hasta los hogares de los habitantes que se beneficiarán de este sistema. Cárdenas Jaramillo, y otros (2016)
- g) **Sistemas de riego:** Son infraestructuras que distribuyen la cantidad necesaria para que un cultivo o área verde esté debidamente abastecida de agua según su requerimiento propio. Cadena, (2016)
- h) **Sistema de tratamiento:** Se define como aquellos procesos más usados por las plantas de tratamiento de aguas residuales+, son por lo general los físicos, sea el caso de la sedimentación. (2020).

- i) TIR (Tasa interna de retorno):** Una tasa de interés o rendimiento representa la oferta que una inversión nos brinda, reflejando el porcentaje de ganancia o pérdida asociado a dicha inversión. Solano Ramírez , (2018)
- j) Tratamiento de aguas residuales:** El tratamiento de aguas residuales es el proceso físico, químico y/o biológico por el cual las aguas residuales pueden ser reutilizadas o devueltas al ciclo natural del agua al eliminarse gran parte de los contaminantes que originalmente se encuentran en ellas. Guerrero Moro, y otros, (2018)
- k) VAN (valor actual neto):** Este indicador financiero se utiliza para evaluar la viabilidad de un proyecto al calcular los flujos de ingresos y egresos netos tras deducir la inversión inicial. Solano Ramírez, (2018)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

La implementación de un PTAR mejora la eficiencia del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

3.1.2. Hipótesis específica

- a) La implementación de un PTAR mejora notablemente el flujo del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.
- b) La implementación de un PTAR incide positivamente en la calidad de agua del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.
- c) La implementación de un PTAR incide significativamente en los costos del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.
- d) La implementación de un PTAR mejora significativamente en el presupuesto de implementación del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

3.2. Variables

3.2.1. Definición conceptual de las variables

a) Variable independiente (X)

Planta de tratamiento

Las plantas de tratamiento biológico de aguas residuales operan gracias a la acción de microorganismos aerobios. Estos microorganismos descomponen la materia orgánica, incluyendo nitrógeno y fósforo, en presencia de oxígeno, sin generar gases. Este proceso permite la eliminación de amoníaco, compuestos de carbono y sólidos, utilizando sustratos granulares o sintéticos. Perlaza y Lache, (2021)

b) Variable dependiente (Y)

Sistema de riego

Un sistema de presión que necesita ser alimentado con agua para distribuirlo a través de una red de tuberías y luego dispersarlo al aire libre mediante boquillas de drenaje adecuadas. Estos rociadores de drenaje se colocan en dispositivos fijos o rotativos, constituyendo el componente final de la red de distribución. Manotupa Dueñas, y otros, (2018)

3.2.2. Definición operacional de la variable

a) Variable independiente (X)

Planta de tratamiento

La planta de tratamiento se operacionaliza mediante sus dos dimensiones:

- D1: Sistema de tratamiento
- D2: Características físicas

Cada dimensión cuenta con un indicador.

b) Variable Dependiente (Y)

Sistema de riego

El sistema de riego se operacionaliza mediante cuatro dimensiones:

- D1: Flujo

- D2: Calidad de agua
- D3: Costo por tipo de riego
- D4: Presupuesto de implementación

Cada una de las dimensiones dispone de sus respectivos indicadores.

3.2.3. Operacionalización de variables

Tabla 5. Operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
Variable 1 Planta de tratamiento	Las plantas de tratamiento biológico de aguas residuales operan gracias a la acción de microorganismos aerobios. Estos microorganismos descomponen la materia orgánica, incluyendo nitrógeno y fósforo, en presencia de oxígeno, sin generar gases. Este proceso permite la eliminación de amoníaco, compuestos de carbono y sólidos, utilizando sustratos granulares o sintéticos. Perlaza y Lache, (2021)	La planta de tratamiento se operacionaliza mediante sus dos dimensiones: - D1: Sistema de tratamiento - D2: Características físicas Cada dimensión cuenta con un indicador.	Sistema de tratamiento	Tratamiento primario	Equipos de laboratorio	Razón
				Tratamiento de fango		
			Características físicas	Dimensión	Ficha de toma de datos	Razón
Variable 2 Sistema de riego	Un sistema de presión que necesita ser alimentado con agua para distribuirlo a través de una red de tuberías y luego dispersarlo al aire libre mediante boquillas de drenaje adecuadas. Estos rociadores de drenaje se colocan en dispositivos fijos o rotativos, constituyendo el componente final de la red de distribución. Chipana y Mestas, 2021).	El sistema de riego se operacionaliza mediante cuatro dimensiones: - D1: Flujo - D2: Calidad de agua - D3: Costo por tipo de riego - D4: Presupuesto de implementación Cada una de las dimensiones dispone de sus respectivos indicadores.	Flujo	Estudio de flujo	Medidor ultrasonido portátil AVFM 5.0	Razón
			Calidad de agua	Estudio de calidad de agua	Ensayo de laboratorio	Razón
			Costo por tipo de riego	Costo de acuerdo con el tipo de riego	Análisis de presupuesto	Intervalo
			Prepuestado de implementación	Costo de proyección	Análisis del presupuesto	Intervalo
Costo de proyección del PTAR						
	Evaluación de Van y TIR					

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA

4.1. Método de investigación

Según Hernández et al, (2014), “el método científico busca esclarecer el método científico busca esclarecer la variable del sistema aclarando la relación entre las variables afectadas bajo el fenómeno de estudio planteando los aspectos metodológicos con el objeto de asegurar la validez y la confiabilidad de sus resultados”.

La investigación utilizó el método científico pues buscó esclarecer la relación entre las variables sistema de riego y planta de tratamiento de aguas residuales con el fin garantizar la validez y confiabilidad de la investigación realizada en el parque Los Ficus, distrito de Santa Anita, departamento de Lima.

Según lo mencionado anteriormente en la investigación se usó el *método científico*.

4.2. Tipo de investigación

Según Rodríguez, (2020), “la investigación de tipo aplicada buscando ampliar y profundizar el caudal de conocimiento científico que existe dentro de la realidad. El objeto de estudio constituye la teoría científica las mismas que perfeccionadas constituye la teoría científica que al ser aplicada a un caso real ayuda a su resolución.”

El presente trabajo corresponde a una investigación de índole aplicada, ya que se basa en el conocimiento derivado de la revisión teórica de varios autores, quienes respaldan sus investigaciones con sus resultados. Por ello, los conocimientos derivados del análisis teórico de los sistemas de riego y el funcionamiento de las PTAR sirvieron para el diseño de un sistema que reúna ambas variables.

Desde este punto de vista se empleó una investigación *tipo aplicada*.

4.3. Nivel de la investigación

En función a lo que menciona Sánchez Carlessi, Reyes Romero, & Mejía Sáenz (2018), La investigación descriptiva implica recopilar datos cuantificables que permiten analizar estadísticamente la audiencia objetivo mediante un análisis de datos. Por otro lado, la investigación correlacional es un enfoque de investigación no experimental en el cual se examinan dos variables distintas.

El estudio realizado posee un carácter descriptivo-correlacional, ya que se llevó a cabo un análisis de datos sobre el tema relacionado con las actividades y procesos del sistema de tratamiento de aguas residuales. Asimismo, se evaluó la relación estadística entre las variables sin la influencia de ninguna variable externa.

En concordancia con este análisis se empleó un *nivel de investigación descriptivo - correlacional*.

4.4. Diseño de la investigación

Según Rodríguez (2020), “el diseño no experimental se caracteriza por no manipular la realidad más sino de una evaluación, basada en categorías, sucesos, variables en un contexto en el que no se da una intervención del investigador”

La investigación es no experimental debido a que la evaluación realizada para la obtención de los resultados en función a los objetivos no tiene una fuente directa de los ensayos de laboratorio.

De acuerdo con el párrafo anterior en la presente investigación se empleó una metodología con un *diseño no experimental*.

4.5. Población y muestra

4.5.1. Población

Según Lopez (2022), la población se define como un conjunto infinito o finito de elementos que comparten características y atributos observables y medibles”. (pág. 182)

La población está conformada por el conjunto de parques que tienen un sistema de riego convencional ubicados en el distrito de Santa Anita, Lima Metropolitana, Perú.

4.5.2. Muestra

“La muestra se define como un subgrupo de la población donde los elementos pertenecen a la población definido por características similares” Hernández et al, (2014).

En la investigación la muestra está definida por el parque Los Ficus como el objeto único de estudio siendo el más grande de todo el distrito y que normalmente presenta problemas con su abastecimiento para el regadío de sus áreas verdes.



Figura 20. Ubicación del Parque Los Ficus (Google, 2021)

4.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

A juicio de Chavez, (2008), la recolección de los datos permite una acumulación de los hechos y fenómenos sociales que presenta una relación con el problema de la tesis.

➤ **Las técnicas que se utilizaron en la recolección de datos fueron de la siguiente manera:**

- Observación
- Recolección de muestras – proceso de análisis en laboratorio.
- Contraste de criterios técnicos y normatividad vigente.
- Reglamento Nacional de Edificaciones Norma OS.090.

➤ **Instrumentos de recolección de datos**

Se hará uso de una plantilla de recopilación de información y se usará el Microsoft Excel para el análisis de los datos, elaboración de los cuadros y fórmulas para el cálculo.

➤ **Validez y confiabilidad del instrumento de investigación**

- **Validez**

La propiedad que tienen los argumentos según “Manzi & Rosa García”, (2019), La validez de los instrumentos se logra a través de un proceso de validación de contenido que implica la evaluación de un formato por parte de tres expertos de la respectiva facultad donde se presente el mencionado archivo. Este se analiza en función de los ítems pertinentes.

Tabla 6: Rangos y Magnitudes de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

Fuente: Relloso Chacin, Rafael (2021)

Tabla 7: Validez de los expertos

	Experto	Porcentaje	Valor
01	Rando Porras Olarte	82%	0.82
02	Ordoñez Camposano Vladimir	75%	0.75
03	Herrera Montes Jeannelle Sofia	78%	0.78
		79%	0.79

Fuente: Propia

En la tabla 07 se observa que tres expertos realizaron la validación del instrumento donde otorgaron un valor promedio de 0.79.

- **Confiabilidad**

De acuerdo con “Mariona Portell” (2019), se refiere al grado en el cual la repetición de su aplicación al mismo sujeto u objetivo genera resultados idénticos, consistentes y coherentes.

Tabla 8: Rangos y Magnitudes de Confiabilidad

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1.00	Muy Alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a menos	Muy baja

Fuente: *Relloso Chacin, Rafael (2021)*

Tabla 9: Confiabilidad

ESTADÍSTICOS	VALORES	MAGNITUD
K	6	$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_r^2} \right]$
Sumatoria de varianzas= ($\sum \sigma^2$)	1.047619	
Varianza total de la prueba= ($\sum \sigma^2$)	3.67	
Alfa de Cronbach	0.79	Alta

Fuente: Propia

En la tabla 09 se observa la confiabilidad que pose los instrumentos evaluados por Alfa de Cronbach es de 0.79, considerando este valor como una magnitud alta.

4.7. Técnica de procesamiento y análisis de resultados

Dicho en palabras de Giraldo Huertas (2016), el procesamiento de la información que busca generar datos a través de un análisis de datos de forma ordenada en función a los objetivos”.

La presente investigación requirió el uso de tablas, en donde se visualizaron los datos obtenidos mediante el uso de los instrumentos, por lo que se diseñó un proceso para tal fin:

- Recopilación de la información: Se midió la cantidad de efluente de aguas residuales que pasaba en una intersección continua al parque Los Ficus, así determinar si esa cantidad al ser tratada podía abastecer la totalidad de consumo del parque o sólo un porcentaje de este.
- Etapa de gabinete: Tras la obtención de los datos a partir de las fuentes y sus respectivos instrumentos ya validados, se generaron los resultados necesarios para el contraste de las hipótesis planteadas en un inicio.

4.7.1. Zona de estudio

La zona de estudio está ubicada en la región de Lima, Provincia de Lima, Distrito de Santa Anita.

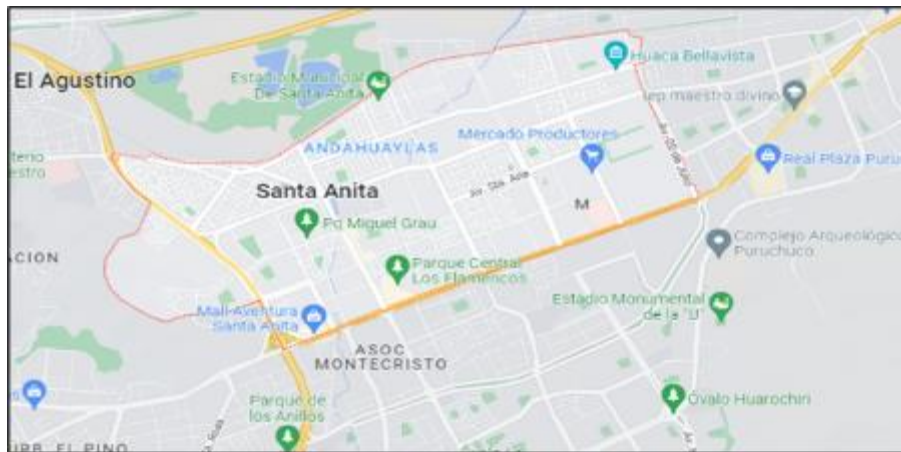


Figura 21. Mapa de Santa Anita – Lima

Fuente: (Google, 2021).

Escogí la zona debido a la problemática del aumento de las aguas residuales que ha presentado en los últimos años a gran escala. Por lo que ante la ineficiencia de las autoridades se trata de dar una solución para las áreas verdes que últimamente están secas y abandonadas, por la escasez de agua dentro del distrito con un sistema de riego apropiado, beneficiando al ahorro económico y en sostenibilidad en el parque.

a) Clima

En el distrito de Santa Anita la mayoría de los veranos son calurosos, áridos, pero también cuentan con inviernos parcialmente nublados y largos. La temperatura varía en 10°C a 26°C anualmente.

b) Norma OS.090

Las normas se relacionarán a las instalaciones y procesos que deben experimentar las municipales para requerir una planta de tratamiento de aguas residuales en los distintos distritos. Teniendo como objetivo ajustar el progreso en su inicio y final (expediente técnico, perfil y factibilidad).

4.7.2. Trabajo de campo

a) Parque evaluado

El área del parque para la distribución de las aguas residuales a tratar es del parque Los Ficus en Santa Anita.



Figura 22. Área verde del parque Los Ficus

Fuente: Google Maps, (2021)

El parque *Los Ficus*, teniendo como coordenadas $12^{\circ}2'55.39''S$ $76^{\circ}58'34.36''W$ exactamente en Cedros 495, Santa Anita 15008. Para llegar con autobús, la parada más cerca al parque es la de 7 de junio o también se puede tomar el primer Metro al parque, que es la L1 todos los días. El parque tiene un área aproximada de 35 585 metros cuadrados, por lo que nos ayudamos con la recomendación de la Organización Mundial de la Salud, que fue utilizar 9 metros cuadrados, para cada metro cuadrado por habitante en el área verde, por lo que como se calculó aproximadamente el área para 3954 personas.

3.7.1. Agua requerida para el parque

Para hallar el área superficial total, de áreas verdes del parque que requieren un abastecimiento de agua diario se determinó de la siguiente manera:

Tabla 10. Cálculo del uso de agua diario del parque

Área del parque (m²)	38304 m²
Área verde del parque (m ²)	35585 m ²
Área de concreto del parque (m ²)	2719 m ²
Distancia PTAR – parque.	La planta será ubicada en el mismo parque
Agua por m ² de área verde según norma técnica I.S.090	2 litros al día por m ²
Uso de agua diario del parque	71,17 m ³ de agua

Sabiendo que, en la actualidad, el costo para las municipalidades por el agua potable con el que riegan sus áreas verdes es de S/. 7,28 por metro cúbico y si su consumo sobrepasa los 1000 metros cúbicos anuales, se debe pagar S/. 7,81 por cada metro cúbico adicional a ese monto.

Entonces, conociendo el uso diario de agua que consume el parque se puede calcular el costo anual de agua 71,17 m³ potable que requiere el parque.

Tabla 11. Cálculo del costo anual de agua potable para el parque

Costo del agua potable para la municipalidad	S/. 7,28 por m³
Uso de agua diario del parque	71,17 m ³
Costo diario de agua para las áreas verdes	S/. 518.12
Costo anual de agua para las áreas verdes	S/. 189 112.92

En la tabla 11, se puede observar que el costo anual de agua potable que la municipalidad de Santa Anita asume anualmente en promedio sólo para el parque Los Ficus es de S/. 189,112.92, y se identifica este valor como el beneficio que se puede obtener si es que el parque es regado con aguas tratadas por la PTAR que se instalaría en el mismo parque en vez de agua potable con las que normalmente este se riega.

Debido a que se considera que la ubicación de la planta de tratamiento de aguas residuales debería estar dentro del mismo parque a fin de minimizar el costo de transporte de las aguas tratadas hacia el parque y debido a este planteamiento, se requiere que la planta emita un mínimo de olores producto del proceso o que en su defecto no emita ninguno.



Figura 24. Medidor ultrasónico portátil AVFM 5.0.

La información proporcionada por el equipo del caudal que pasa por la tubería nos ayuda a obtener los m³ de aguas hervidas que pasan al día, pudiendo así tener la máxima capacidad en el PTAR. Teniendo como resultado los siguientes datos obtenidos con el medidor.

a) Agua necesaria de acuerdo con el sistema de riego

Por lo que se tiene que tomar en cuenta la necesidad requerida de la demanda anual de acuerdo con la tabla 12.

Tabla 12. Demanda anual para riego

Calidad de agua	Fuente de abastecimiento	Riego	Área de riego	Dotación m ³ /m ²	Demanda diaria m ³ /día	N° riesgo Mensual		N° riesgo anual		Demanda Total
						Ver. / Inv.	Ver. / Inv.			
Tratada	Planta de Tratamiento	Aspersión	35,585	0.002	74.7	182	90	13,600.5	6,725.5	20,326.0
		Gotero	35,585	0.000	4.63	182	90	841.94	416.34	1,258.29

Entonces se decidió por la planta compacta modular MBBR o también conocida como planta paquete MBBR ya que tiene la forma de container, siendo esta el modelo SPE-MBBR080 que tiene un rango de caudal de 70 a 95 m³ al día, mismo que contiene al determinado por el presente estudio de requerimiento del parque de 71,17 m³, el cual se implementó en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE con coordenadas N: 8555303.5 / E: 344781.2 SAN LUIS – CAÑETE el cual hasta la fecha viene trabajando

eficientemente en comparación de otros tipos de PTAR. Razón por la cual se evaluó la calidad del agua de ingreso y egreso del mismo.



Figura 25. Plano de espacio de planta MBBR.

En la figura 25 se puede observar que el tamaño que ocupa la planta es de aproximadamente 42 m² por lo que es viable su ubicación dentro del parque.

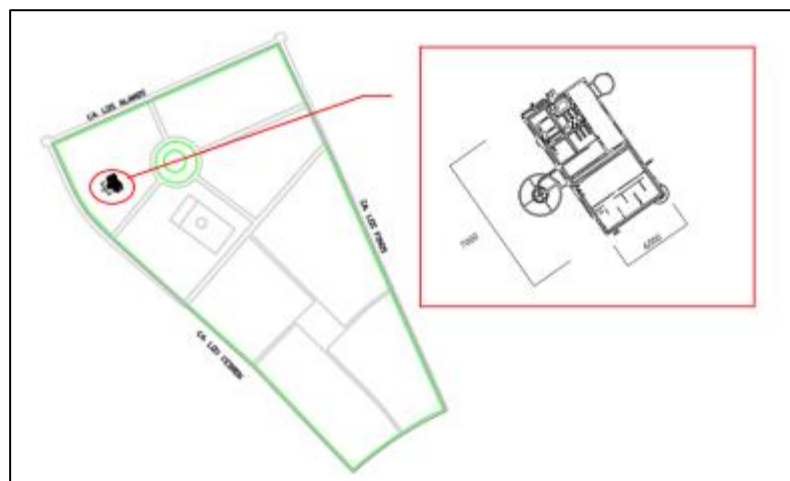


Figura 26. Posible ubicación de la planta MBBR ubicada en el parque Los Ficus.

Por otra parte, se determinó también que el costo de adquisición de la planta modular MBBR modelo SPE-MBBR080 tiene un costo aproximado de S/. 186,951.29 y que su transporte e instalación son gratuitas por parte de la empresa que entrega el producto según la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE.

4.8. Técnicas y análisis de datos

En una primera fase, la técnica de análisis de datos se centra en el análisis univariado, que implica el uso de la desviación estándar, el rango y la media de cada dimensión (1, 2, 3) en los sistemas de riego, siguiendo los principios de la estadística descriptiva. Posteriormente, se lleva a cabo un análisis bivariado que incluye el uso de tablas cruzadas.

De esta forma se inicia con la prueba de normalidad que define si trabajamos con una prueba paramétrica o no paramétrica para luego realizar un análisis de correlación por tener dos variables e identificar el grado de asociación de ambas variables si en caso haya alguna relación o no.

De esta forma para cada coeficiente obtenido se realizará el siguiente contraste de la hipótesis, para determinar de esta forma si el coeficiente igual a 0.

H0: $p=0$ (no existe correlación)

Ha: $p \neq 0$ (Si existe correlación)

Tabla 13. Prueba paramétrica y no paramétrica

Paramétrica	No Paramétrica
Pearson	Coefficiente de la correlación de rango de Serman

Fuente: “Análisis de correlaciones”, por Rowntree, (2015)

$p \geq 0.05$, aceptar la H0, es decir no existe correlación

$p < 0.05$, aceptar la Ha, es decir existe correlación

Tabla 14. Parámetros de correlación

R	Relación	Correlación
$R=0$	No existe	Nula
$0.00 < r \leq 0.20$	Muy poco intenso	Pequeña
$0.20 < r \leq 0.40$	Apreciable/pequeña	Baja
$0.40 < r \leq 0.60$	Considerable	Regular
$0.60 < r \leq 0.80$	Intensa	Alta
$0.80 < r \leq 1.00$	Muy intensa	Muy alta

Fuente: “Análisis de correlaciones”, por Rowntree, (2015)

Requisitos necesarios para aplicar la prueba de Pearson

- Luego de la prueba de normalidad se identificará si la investigación es paramétrica o no paramétrica para luego aplicar la prueba correlacional de Pearson y Spearman respectivamente.
- Esta prueba de hipótesis fue realizada empleando el programa SPSSv.25. En que se empleó un valor inicial de significancia de 0.05 lo que permite aceptar o rechazar la prueba de hipótesis.

CAPÍTULO V

RESULTADOS

5.1. Descripción del diseño tecnológico

El diseño tecnológico tomado en el presente proyecto fue necesario contemplar varias etapas las cuales garanticen la terminación exitosa de la investigación, aun cuando la organización y la cantidad de pasos necesario para realizar el diseño fueron extensos.

- Planteamiento de proyecto: En esta etapa se identificó los puntos desagüe que pueden ser empleado en el sistema de riego luego de un tratamiento.
- Búsqueda y selección de la información: Se basa en el análisis y elección del método de tratamiento que se les dará a las aguas residuales en este caso pasaran por una planta de tratamiento, diseñada de acuerdo con las necesidades
- Planteamiento de requerimientos: Se plantean requerimientos que delimitan el proyecto dentro de un marco de desarrollo planteando así el financiamiento necesario para llevar a cabo este proyecto, materiales, procesos, etc. Los cuales se derivan de un análisis de la información obtenida luego del diseño y cálculo del sistema de tratamiento y riego.
- Generación de alternativas: Se propone una solución para brindar un sistema de riego en el Parque Ficus, en base a un rehusó de las aguas residuales de las edificaciones de la zona.

5.2. Objetivo específico 1

Determinar en qué medida mejora la implementación de un PTAR en el flujo del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

5.2.1. Flujo del agua

Se realizó la medición del flujo del agua residual de las viviendas empleando el equipo Medidor ultrasonido portátil AVFM 5.0 empleando los puntos de alcantarillado que se encuentra en los alrededores del parque Los Ficus, ubicado en Av. Cedros 495 en el distrito de Santa Anita, Lima Metropolitana, Perú.



Figura 27. Medidor ultrasonido portátil AVFM 5.0, (punto B)

Fuente: Propia



Figura 28. Medidor ultrasonido portátil AVFM 5.0 (punto B)

Fuente: Propia

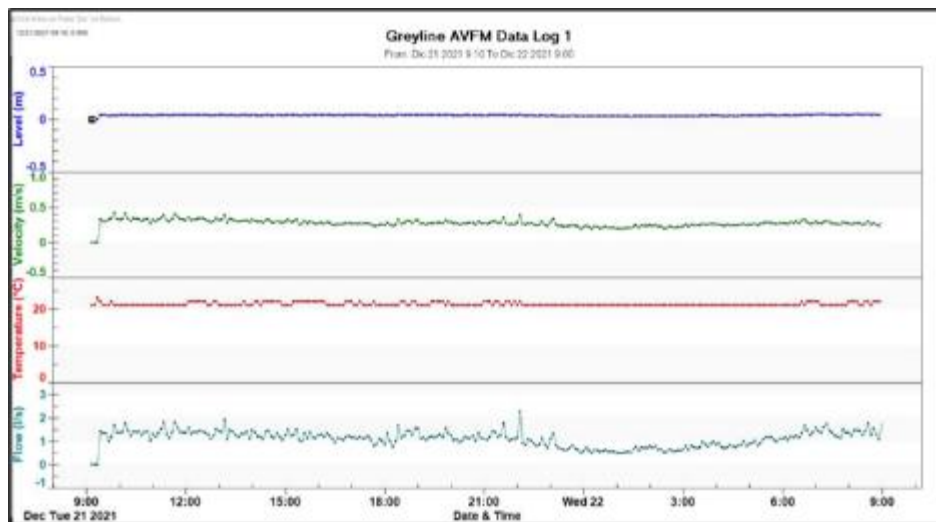


Figura 29. Flujo de aguas residuales por tubería cercana al parque Los Ficus.

Por lo que calculando el aproximado del caudal diario de aguas residuales que serían tratados por la planta partiendo de 1 litro por segundo, se tendría un aproximado de 86,400.00 litros al día, que equivale a 86.4 m^3 diarios, lo que cumple con ser superior a 71.17 m^3 de agua que requiere el parque.

Tabla 15. Resultados del medidor ultrasonido portátil

	Nivel de agua (mm)	Velocidad (m/s)	Caudal (m ³)	Flujo (L/s)	Variación del flujo (%)
Punto A	39.89	0.23	1.007	1.011	0.00
Punto B	41.70	0.27	1.259	1.252	23.84
Punto C	38.89	0.25	1.059	1.152	13.95

Fuente: Propia

En el punto A el nivel de agua de 39.89 mm, velocidad 0.23 m/s y flujo 1.011 L/s, caudal Q= 1.007 m³ y en el punto B el nivel de agua de 41.70 mm, velocidad 0.27 m/s, flujo 1.252 L/s y el caudal Q=1.259 m³.

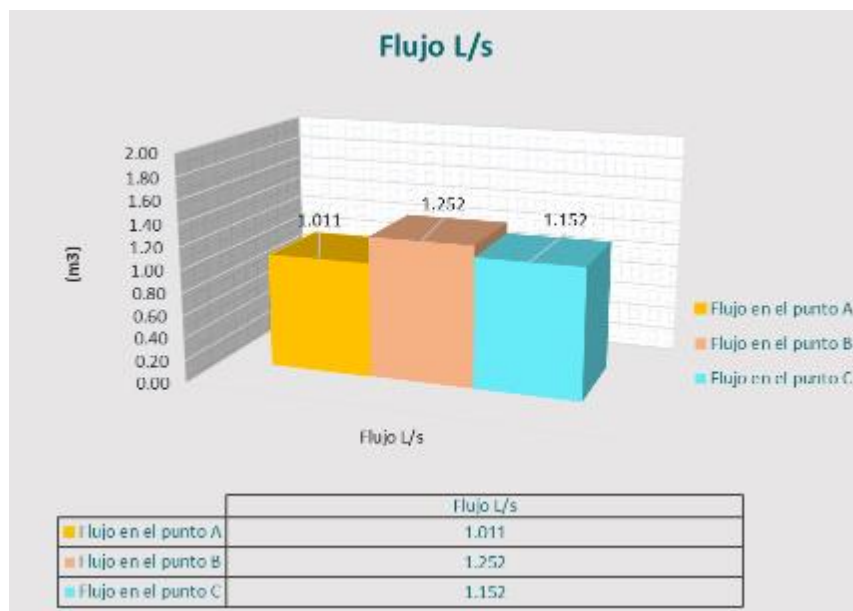


Figura 30. Análisis del flujo en los tres puntos de muestreo

Fuente: Propia

De acuerdo con la anterior figura se tiene como resultados del flujo F=1.011 L/s, F=1.252 L/s, F=1.152 L/s, mostrando así un mayor caudal en el punto de muestreo 2 y las variaciones con respecto al F1 con de 0.00 %, 23.84% y 13.95% de forma respectiva.

5.3. Objetivo específico 2

Evaluar la incidencia de incide la implementación de un PTAR en la calidad de agua del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

5.3.1. Calidad del agua

Evaluar la incidencia de la implementación de un PTAR en la calidad de agua del sistema de riego en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita. Para el desarrollo de este objetivo se tomó como prototipo el PTAR de tipo planta compacta modular MBBR que se implementó en la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE, el cual hasta la fecha viene trabajando eficientemente en comparación de otros tipos de PTAR.

Tabla 16: Resultados del análisis físico-químicas del efluente del PTAR (agua Residual UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE)

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	Límite máximo permisible según la normativa
Coliformes fecales	NMP/100mL	2056	1,000
Potencial de Hidrogeno	pH	8.70	6.5 - 8.5
Temperatura	°C	21.30	<35
Aceites y grasas	mg/L	16.30	5.00
Demanda Química de Oxígeno	mg/L O ₂	106.00	40
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	117.00	15
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	161.00	5.00
Sólidos Sedimentales	mg/L	0.31	0.1

Fuente: Elaboración Propia

Conforme a la tabla 16, se detallaron los resultados del análisis físico-químico de las aguas residuales. Se observa que, sin la utilización del biorreactor de membrana, los parámetros medidos no alcanzan condiciones óptimas para propósitos de riego o reutilización.

Tras evaluar la calidad del agua mediante el uso del biorreactor de membrana, se procedió a realizar un nuevo análisis del agua tratada, repitiendo el mismo procedimiento detallado en la tabla siguiente. Esta tabla refleja los resultados obtenidos de la muestra experimental posterior a la implementación del biorreactor de membrana.

Tabla 17: Resultado de la muestra de análisis fisicoquímico de la muestra experimental del agua tratada (agua Residual UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAÑETE)

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	RESULTADO	Límite máximo permisible según la normativa
Coliformes fecales	NMP/100mL	350	1000
Potencial de Hidrogeno	pH	7.44	6.5 – 8.5
Temperatura	°C	22.40	< 35
Aceites y grasas	mg/L	5.00	5
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	24.20	40
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	7.63	15
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	0.10	5

Fuente: Elaboración Propia

Para analizar el porcentaje de mejora en la calidad del agua, se llevó a cabo un análisis comparativo basado en las regulaciones sobre la calidad del agua de riego y su reutilización. Los resultados se detallan en la tabla siguiente.

Tabla 18: Análisis comparativos de la muestra de agua al ingreso y salida de la planta.

PARÁMETRO	EXPRESADO COMO	MUESTRA PATRÓN (agua residual)	MUESTRA EXPERIMENTAL (agua tratada)	LMP SEGÚN LA NORMATIVA
Coliformes fecales	NMP/100mL	2056	350	1000
Potencial de Hidrogeno	pH	8.70	7.44	6.5 – 8.5
Temperatura	°C	21.30	22.40	35
Aceites y grasas	mg/L	16.30	5.00	5
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	106.00	24.20	40
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	117.00	7.63	15
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	161.00	0.10	5

Fuente: Elaboración Propia

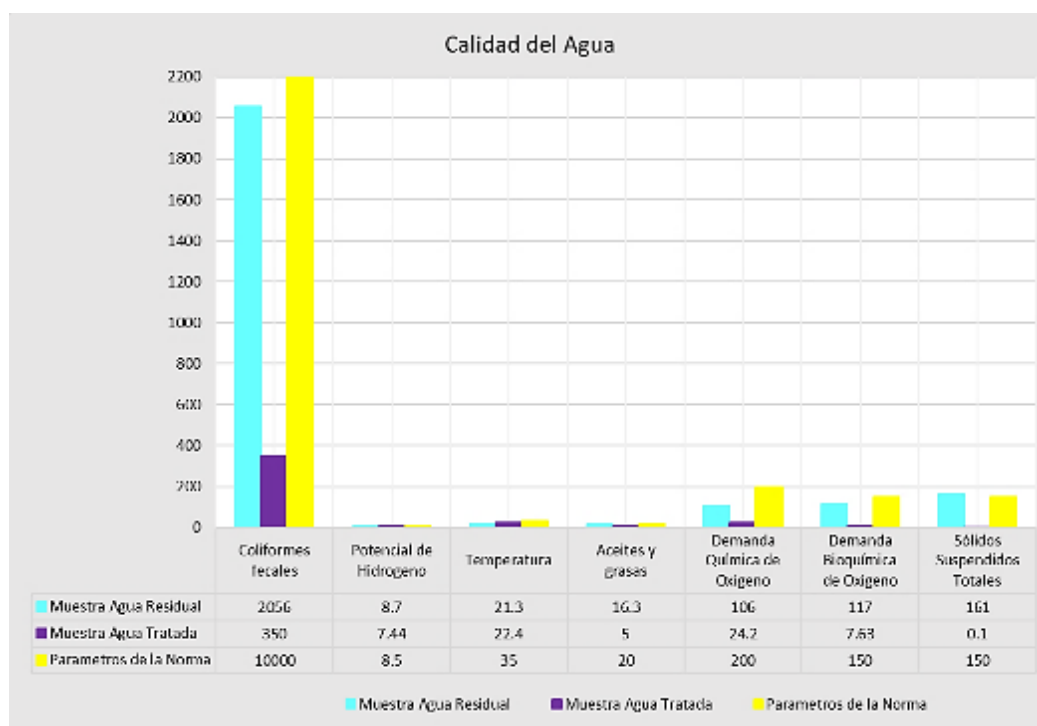


Figura 31. Análisis de los parámetros de la calidad del agua

Fuente: Propia

De acuerdo con el análisis realizado en la anterior grafica se presenta un potencial de hidrogeno en el agua residual de 8.7, en el agua tratada de 7.44 y como valor de parámetro de norma de 8.5 máximo, cumpliendo así con los valores estipulados.

5.4. Objetivo específico 3

Analizar cuál es la incidencia de la implementación de un PTAR en los costos del sistema de riego en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

5.4.1. Costo para tipo de riego

Analizar cuál es la incidencia de la implementación de un PTAR en los costos del sistema de riego en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

Tabla 19: Análisis del costo de acuerdo con el tipo de riego

	Precio (S/)
Agua potable	7.28
Aguas subterráneas	3.00
Agua residual tratada	0.00
Agua de camión cisterna	14.00

Fuente: Propia

De acuerdo con la anterior tabla un costo del riego con agua potable de S/. 7.28, el riego con agua subterránea de S/ 3.00, el riego con agua residual tratada es de S/ 0.00 y del costo del riego con agua de camión cisterna es de S/ 14.00.

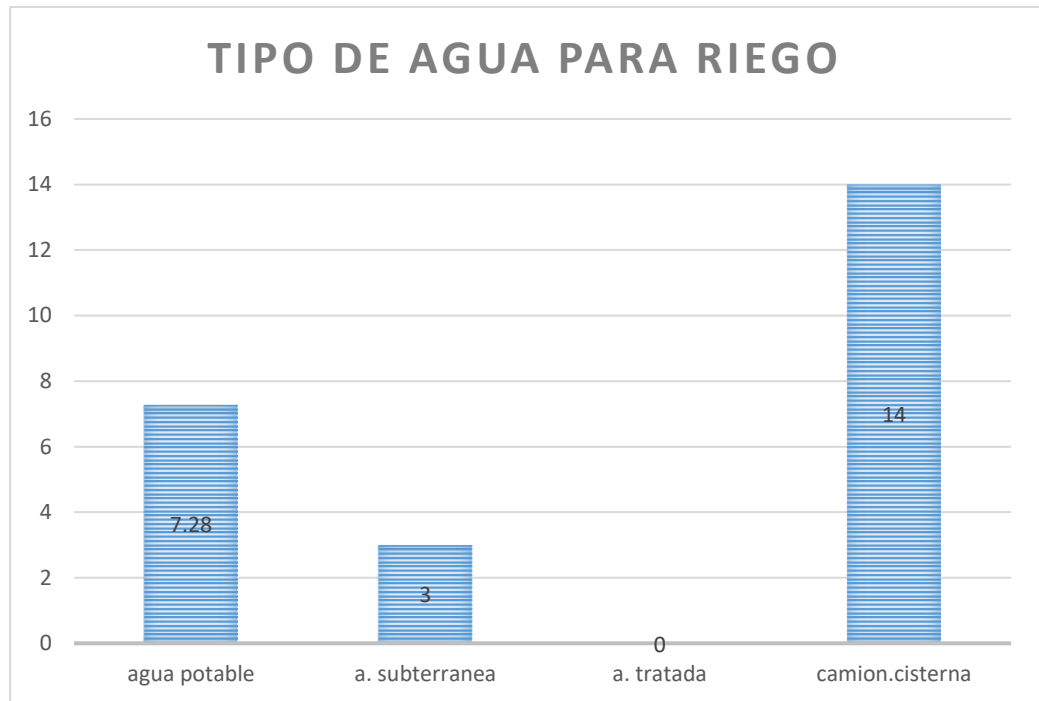


Figura 32. Tipo de agua para riego en el parque Ficus

Fuente: Propia

En la figura 32, se detalla la base de para evaluar el costo del proyecto mediante la elaboración de un PTAR, obteniendo los precios por m³ de las distintas aguas que se emplean siendo así el agua residual tratada el de menor costo y más conveniente, además el riego con camión cisterna es el más costoso, pero actualmente es el que más se emplea para el riego del parque Ficus.

5.5. Objetivo específico 4

Identificar la mejora de la implementación de un PTAR en el presupuesto de implementación del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

5.5.1. Presupuesto de implementación

Para realizar un análisis de la viabilidad de la implementación del PTAR se es necesario evaluar el presupuesto en sus diversos ámbitos tomando en cuenta el activo fijo total tangible, los activos fijos totales y el capital de trabajo

identificando así el total de inversión necesaria para la implementación del PTAR, este análisis es realizado en el siguiente cuadro:

Tabla 20. Inversión para la PTAR

Ítems	Valor unitario	Cant.	Unid.	Costo total
I. ACTIVO FIJO				
A. TANGIBLES				
Planta de tratamiento MBBR	S/. 186,951.29	1	Unidad	S/. 186,951.29
TOTAL, TANGIBLES				S/. 186,951.29
TOTAL, ACTIVO FIJO				S/. 186,951.29
II. CAPITAL DE TRABAJO				
TOTAL, CAPITAL DE TRABAJO				S/. 20,000.00
TOTAL				S/. 206,951.29

Se estima que la vida útil mínima de la planta de tratamiento de aguas residuales es de 40 años, por lo que para hacer el balance en la inversión se debe calcular la depreciación de esta en base al costo unitario descrito en la Tabla 18.

Tabla 21. Depreciación para la PTAR

Cant.	Unid.	Descripción	Valor unitario	Total	Vida útil (años)	Depreciación anual
		MAQUINARIA Y EQUIPOS				4,673.78
1	Unidad	Planta de tratamiento MBBR	186,951.29	186,951.29	40	4,673.78

Adicionalmente, se determinó que la planta de tratamiento de aguas residuales necesita productos químicos para seguir funcionando, a la vez que es necesario que periódicamente se hagan ensayos de monitoreo de la calidad del agua y una disposición adecuada de los lodos que se acumulan producto del tratamiento, estos son los costos operacionales para mantener la planta funcional.

Tabla 22. Costos operacionales anuales y/o de mantenimiento de planta

Ítem	Valor Unitario	Cant.	Unid.	Costo total
Mantenimiento de la PTAR (Productos químico, monitoreo de calidad de agua y disposición de lodos)	S/. 16,948.64	1	Unidad	S/. 16,948.64
TOTAL				S/. 16,948.64

Como la mano de obra se consideran a 4 ayudantes para que puedan mantener la PTAR en funcionamiento constante y diario.

Los costos de mantenimiento anual de la planta de tratamiento de aguas residuales para abastecer al parque Los Ficus del distrito de Santa Anita incluyeron los costos de los productos químicos necesarios para el funcionamiento del sistema, además de los costos de la disposición de los lodos que requieren ser retirados cada cierto período de tiempo y los costos de monitoreo de calidad de agua cada ciertos meses para garantizar que esta pueda seguir siendo usada para riego, todo esto asciende a la suma de S/. 16,948.64 anuales.

Tabla 23. Costos de mano de obra para la PTAR

DESCRIPCION	CANTIDAD	SUELDO		AFP	ESSALUD	NETO A PAGAR	TOTAL ANUAL
		BASE	MES	0.12	0.09		
Ayudante	4	S/. 1,500.00	S/. 180.00	S/. 180.00	S/. 135.00	S/. 1,635.00	S/. 78,480.00
TOTAL		S/. 1,500.00	S/. 180.00	S/. 180.00	S/. 135.00	S/. 1,635.00	S/. 78,480.00

Se proyecta el estado de resultados, el flujo y los indicadores económicos de inversión según los datos determinados en tablas anteriores y para calcular el retorno de la inversión para la implementación de la PTAR se propone analizarlo en el plazo estimado de 5 años.

Para el estado de resultados de la inversión para la PTAR se considera el beneficio determinado en la Tabla 20, los costos operativos determinados en

la tabla 22, la mano de obra determinada en la tabla 23, la depreciación de la PTAR determinada en la tabla 11, y los gastos administrativos como el 10% del valor del beneficio.

Proyección del PTAR

Se realizó una proyección durante los 5 años del sistema PTAR teniendo en cuenta su respectivo mantenimiento, mano de obra, depreciación, como también en la evaluación de sus gastos administrativos y también de impuestos.

Tabla 24. Estado de resultados de la inversión para la PTAR

Año	1	2	3	4	5
BENEFICIO	189,112.9 2	189,112.9 2	189,112.9 2	189,112.9 2	189,112.9 2
Costos operativos (mantenimiento)	16,948.64	16,948.64	16,948.64	16,948.64	16,948.64
Mano de obra	78,480.00	78,480.00	78,480.00	78,480.00	78,480.00
Depreciación	4,673.78	4,673.78	4,673.78	4,673.78	4,673.78
UTILIDAD BRUTA	89,010.50	89,010.50	89,010.50	89,010.50	89,010.50
Gastos administrativos (10%)	18,911.29	18,911.29	18,911.29	18,911.29	18,911.29
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTOS	70,099.21	70,099.21	70,099.21	70,099.21	70,099.21
Impuestos (18%)	12,617.86	12,617.86	12,617.86	12,617.86	12,617.86
UTILIDAD NETA AL AÑO	57,481.35	57,481.35	57,481.35	57,481.35	57,481.35
UTILIDAD ACUMULADA ANUAL	57,481.35	114,962.70	172,444.05	229,925.39	287,406.74

El flujo de caja económico se determina estableciendo un costo de oportunidad estimado del 20%, en el cual se incluyen los valores de recuperación de la planta y del capital de trabajo posterior a los 5 años proyectados, además se incluye el costo total de inversión de la planta de tratamiento de aguas residuales determinado en la tabla 24.

Tabla 25. Flujo económico de caja para la PTAR

Año	0	1	2	3	4	5	Valor de Recuperación
Utilidad después de impuestos		57,481.3	57,481.3	57,481.3	57,481.3	57,481.3	
Depreciación		4,673.78	4,673.78	4,673.78	4,673.78	4,673.78	
	-						163,582.
Inversión	186,951.2						38
	9						
	-						20,000.0
Capital de trabajo	20,000.0						0
	0						
	-						183,582.
FLUJO DE CAJA	206,951.2	62,155.1	62,155.1	62,155.1	62,155.1	62,155.1	38
	9	3	3	3	3	3	
	-						
FLUJO ECONÓMICO	206,951.2	62,155.1	62,155.1	62,155.1	62,155.1		S/. 245,737.51
	9	3	3	3	3		

Como se observa en la tabla 25, la inversión tiene un valor de retorno que es la valorización de la planta de tratamiento de aguas residuales, pero el monto se ve reducido por la depreciación de esta a lo largo de los 5 años en los que se está proyectando el flujo económico, además del valor de recuperación que representa la totalidad del capital de trabajo. Estos montos se suman para completar el flujo de caja del año 5.

Evaluación de VAN y TIR

Tabla 26. Indicadores económicos para la PTAR

VAN	S/. 52,708.24
TIR	28.75%
PRI	3.99 años
VAN Ingresos	S/. 639,341.04
VAN Egresos	S/. 586,632.80
B/C	1.09

Proyectados los 5 años se determinó que, el valor actual neto (VAN) de la inversión para la implementación de una PTAR en el parque de Los Ficus en el distrito de Santa Anita es de S/. 52,708.24, mientras que su tasa interna de retorno (TIR) es de 28.75%, además su período de retorno de inversión es de aproximadamente 4 años.

La relación beneficio costo de la implementación de una PTAR para abastecer el parque Los Ficus en el distrito de Santa Anita es de 1.09, lo que significa que por cada sol invertido en la implementación de la PTAR se obtiene en retorno una ganancia de S/. 0.09; y dado que supera la unidad se puede determinar que el proyecto es rentable y viable. De esta forma se determinó que el sistema de regadío es mejorado debido a la implementación de una PTAR en el parque Los Ficus, ya que mediante este sistema el parque podrá abastecerse de agua durante todo el año, mejorando la sostenibilidad del parque para un mejor desarrollo del distrito de Santa Anita.

Presupuesto empleado en materiales

Se realizó un análisis de costos de los materiales necesarios para la implementación del sistema de riego complementado en el plano ´presentado en el anexo 6.

PRESUPUESTO DE MATERIALES

Proyecto: Implementación de un PTAR para mejorar el sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita

Departamento: Lima **Provincia:** Lima **Distrito:** Santa Anita

Tabla 27. Presupuesto de materiales

Descripción	Unidad	Metrado	Precio	subtotal
Rollo de manguera de 1 1/2 HDPE	rollo	22.05	S/ 170.00	S/ 3,748.50
Abrazadera de 1 1/2 a 1" HDPE	Und	10	S/ 10.00	S/ 100.00
Aspersor sectorial de 1" akona 35 m.	Und	63	S/ 45.00	S/ 2,835.00
Válvula de control de 1 1/2" HDPE- alta presión	Und	4	S/ 65.00	S/ 260.00
Tee de 1" R/H HDPE	Und	63	S/ 15.00	S/ 945.00
Codo de 1" *90 R/H HDPE	Und	63	S/ 10.00	S/ 630.00
Tapón de 1" hdpe	Und	5	S/ 6.00	S/ 30.00
Tablero de bomba 4 líneas	Und	1	S/ 900.00	S/ 900.00
Electrobomba centrifuga 5 HP	Und	1	S/ 2,100.00	S/ 2,100.00
total				S/ 11,548.50

5.6. Contrastación de hipótesis

5.6.1. Hipótesis específica 1

5.6.1.1. Flujo del agua

La implementación de un PTAR mejora notablemente el flujo del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

Análisis estadístico de la prueba de hipótesis:

Para realizar la contrastación de hipótesis para el objetivo 1 se realizará un análisis de los valores de flujo resultante.

Hipótesis Nula (H₀): No existe correlación entre la implementación del PTAR y el flujo del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

$$\mu F1 = \mu F2 = \mu F3$$

Hipótesis Alterna (H_a): Existe correlación entre la implementación del PTAR y el flujo del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

$$\text{Existe al menos uno/ } \mu F1 \neq \mu F2$$

Donde μF , representa el valor de flujo

Análisis del supuesto de normalidad del flujo en los sistemas de riego:

Evaluación de la hipótesis:

H₀: Los resultados presentan una distribución normal

H_a: Los resultados no muestran una distribución normal.

Tabla 28: Resultados de la prueba de normalidad en el flujo de los sistemas de riego

		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Flujo	Flujo punto A	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Flujo punto B	,253	3	.	,964	3	,637
	Flujo punto C	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

De acuerdo con la tabla 28, se muestra los resultados de la prueba de normalidad el análisis del flujo tiene como resultados un nivel de significancia de 1.00, 0.637 y 1.00, mayor al 5% aceptando así la hipótesis nula afirmando así que los valores resultantes muestran una distribución normal por lo que se realizara un análisis paramétrico.

Prueba de coeficiente de correlación de Pearson para el análisis del flujo

Análisis de la prueba de hipótesis:

H0: $p=0$ (no existe correlación)

Ha: $p\neq 0$ (Si existe correlación)

Tabla 29: Análisis de la prueba paramétrica Pearson

Correlaciones			
		Flujo	Flujo
Flujo	Correlación de Pearson	1	,581
	Sig. (bilateral)		,101
	N	9	9
Flujo	Correlación de Pearson	,581	1
	Sig. (bilateral)	,101	
	N	9	9

De acuerdo con la tabla 29, se muestran los resultados de la prueba de correlación de Pearson se obtuvo valor de significancia de 0.101 mayor a 0.05 por lo que acepta la hipótesis nula: No existe una correlación entre el flujo y el sistema de riego en el Parque Los Ficus en el distrito de Santa Anita. Se ha obtenido un valor de correlación de Pearson de 0.581, lo que indica una relación significativa.

Concluyendo así que: Existe correlación considerable entre la implementación del PTAR y el flujo y el sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

5.6.2. Hipótesis específica 2

La implementación de un PTAR incide positivamente en la calidad de agua del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

5.6.2.1. Calidad del agua

Análisis estadístico de la prueba de hipótesis:

Para realizar la contrastación de hipótesis para el objetivo 1 se realizará un análisis de los valores de calidad del agua resultante.

Hipótesis Nula (Ho): No existe correlación entre la implementación de un PTAR incide positivamente en la calidad de agua del sistema de riego en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

$$\mu_{Cs1} = \mu_{Cs2} = \mu_{Cs3}$$

Hipótesis Alternativa (Ha): Existe correlación entre la implementación de un PTAR incide positivamente en la calidad de agua del sistema de riego en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

$$\text{Existe al menos uno } \mu_{Cs1} \neq \mu_{Cs2}$$

Donde μ F, representa el valor de flujo

Análisis del supuesto de normalidad del potencial de hidrogeno en los sistemas de riego:

Evaluación de la hipótesis:

Ho: Los resultados presentan una distribución normal

Ha: Los resultados no muestran una distribución normal.

Tabla 30: Resultados de la prueba de normalidad en el potencial de hidrogeno del sistema de riego

		Pruebas de normalidad					
		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
Potencial de hidrogeno	Potencial de hidrogeno	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
	Potencial de hidrogeno A	,337	3	.	,855	3	,253
	Potencial de hidrogeno B	,236	3	.	,977	3	,708
	Potencial de hidrogeno C	,253	3	.	,964	3	,637

a. Corrección de significación de Lilliefors

De acuerdo con la tabla 30, los resultados de la prueba de normalidad el análisis del potencial de hidrogeno tiene como valor de significancia de 0.253, 0.708 y

0.637, donde más de uno es mayor al 5% aceptando así la hipótesis nula afirmando así que los valores resultantes muestran una distribución normal por lo que se realizara un análisis paramétrico.

Prueba de coeficiente de correlación de Pearson para el análisis de la calidad del agua

Análisis de la prueba de hipótesis:

H0: $p=0$ (no existe correlación)

Ha: $p\neq 0$ (Si existe correlación)

Tabla 31: Análisis de la prueba paramétrica Pearson

		Correlaciones	
		Potencial de hidrogeno	Potencial de hidrogeno
Potencial de hidrogeno	Correlación de Pearson	1	-,799**
	Sig. (bilateral)		,010
	N	9	9
Potencial de hidrogeno	Correlación de Pearson	-,799**	1
	Sig. (bilateral)	,010	
	N	9	9

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

La tabla 31, muestra los resultados del análisis de la correlación de Pearson se obtuvo un valor de significancia de 0.010 menor a 0.05 por lo que rechaza la hipótesis nula: Existe una correlación positiva entre la implementación de un PTAR y la mejora de la calidad del agua en el sistema de riego del Parque Los Ficus, ubicado en el distrito de Santa Anita. Se ha observado un coeficiente de correlación de Pearson de -0.799, lo que indica una relación negativa significativa,

Concluyendo así que: La implementación de un PTAR incide positivamente en la calidad de agua del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

5.6.3. Hipótesis específica 3

La implementación de un PTAR incide significativamente en los costos del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

5.6.3.1. Costo para tipo de riego

Análisis estadístico de la prueba de hipótesis:

Para realizar la contrastación de hipótesis para el objetivo 1 se realizará un análisis de los valores de flujo resultante.

Hipótesis Nula (Ho): No existe correlación entre la implementación de un PTAR y los costos del sistema de riego en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

$$\mu_{Cs1} = \mu_{Cs2} = \mu_{Cs3}$$

Hipótesis Alternativa (Ha): Existe correlación entre la implementación de un PTAR y los costos del sistema de riego en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

$$\text{Existe al menos uno } \mu_{Cs1} \neq \mu_{Cs2}$$

Donde μF , representa el valor de flujo

Análisis del supuesto de normalidad del costo según el tipo de sistemas de riego:

Evaluación de la hipótesis:

Ho: Los resultados presentan una distribución normal

Ha: Los resultados no muestran una distribución normal.

Tabla 32: Resultados de la prueba de normalidad del costo del sistema de riego

Costo		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Costo	Agua potable	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Agua subterránea	,175	3	.	1,000	3	1,000
	Agua residual tratada	.	3	.	.	3	.
	Agua de camión sistema	,175	3	.	1,000	3	1,000

a. Corrección de significación de Lilliefors

La Tabla 32, muestra los resultados de la prueba de normalidad el análisis del potencial de hidrogeno tiene como resultados un valor de significancia de 1.00, 1.00 y 1.00 mayores al 5% aceptando así la hipótesis nula afirmando así que los

valores resultantes muestran una distribución normal por lo que se realizara un análisis paramétrico.

Prueba de coeficiente de correlación de Pearson para el análisis de los costos

Análisis de la prueba de hipótesis:

H0: $p=0$ (no existe correlación)

Ha: $p\neq 0$ (Si existe correlación)

Tabla 33: Análisis de la prueba paramétrica Pearson

		Correlaciones	
		Costo	Costo
Costo	Correlación de Pearson	1	,514
	Sig. (bilateral)		,088
	N	12	12
Costo	Correlación de Pearson	,514	1
	Sig. (bilateral)	,088	
	N	12	12

Tras analizar la correlación de Pearson, se observó un valor de significancia de 0.088, superior a 0.05, lo que conlleva a la aceptación de la hipótesis nula: No existe correlación entre el flujo y el sistema de riego en el Parque Los Ficus, ubicado en el distrito de Santa Anita. Asimismo, se evidencia un coeficiente de correlación de Pearson de 0.514, indicando una relación significativa.

Concluyendo así que: Existe correlación considerable entre la implementación de un PTAR y los costos del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Objetivo general

La implementación de un PTAR mejora la eficiencia del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita. Al determinar que el agua potable necesario para un día de riego del parque Los Ficus del distrito de Santa Anita es de 71,17 m³, con un costo de S/. 189,112.92 anual. De esta forma se reduce la contaminación ambiental provocada por aguas residuales mejorando la calidad de vida de las personas, este método puede ser empleado en demás investigaciones de la misma índole con el objeto de dar una solución adecuada a los problemas de agua y desecho de aguas residuales.

Lopez Aguilar, (2020), menciona en su investigación “Implementación de un PTAR para mejorar el sistema de regadío en los parques del distrito de San Martin de Porres”, que para la implementación del PTAR se tiene como un costo indirecto un 83.34% y por un parámetro de VAN y TIR se obtiene al menos un 82.34% se ahorró económico, el flujo del agua muestra es de 22.22 l/s y un 60.20 l/s. Además, se puede mejorar el sistema de riego en parques y jardines al utilizar agua residual tratada, lo que disminuiría la dependencia de camiones cisterna y agua potable, promoviendo la sostenibilidad a través de sistemas de riego y aspersión eficientes.

6.2. Objetivo específico 1

El flujo en los tres puntos de medición el $F1=1.011$ L/s, $F2=1.252$ L/s, $F3=1.152$ L/s, mostrando así un mayor caudal en el punto de muestreo 2 y las variaciones con respecto al $F1$ con de 0.00 %, 23.84% y 13.95% de forma respectiva.

Además, en el punto A el nivel de agua de 39.89 mm, velocidad 0.23 m/s y caudal $Q=1.007$ m³ y en el punto B el nivel de agua de 41.70 mm, velocidad 0.27 m/s y el caudal $Q=1.259$ m³.

Dicho con palabras de (Lopez Aguilar, 2020), menciona en su tesis “Implementación de un PTAR para mejorar el sistema de regadío en los parques del distrito de San Martin de Porres”, menciona que el flujo del agua de muestra es de 22.22 l/s y un 60.20 l/s. Además, el agua necesaria para el área agrícola es de 80%, para el área de población es de 12%, el área industrial es 6% y para caso de minería es del 2%, afirmando que se logra mejorar el sistema de riego en parques y jardines empleando agua residual tratada reduciendo así el uso del camión cisterna y del agua potable obtenido logrando sostenibilidad al emplear un sistema de riego y de aspersión.

6.3. Objetivo específico 2

Al realizar un análisis de la calidad del agua de la muestra residual y de la muestra del agua tratada muestran coliformes fecales de 2056 y 350, aceites y grasas es de 16.30 y 5, la demanda química de oxígeno es de 106 y 24.20, demanda bioquímica de oxígeno es de 117 y 7.63, la temperatura de 21.30 y 22.40, además la cantidad de sólidos en suspensión es 161 y 0.1. Además, es el potencial de hidrogeno en el agua residual de 8.70 y en el agua tratada de 7.44, como valor de parámetro de norma de entre un rango de 6.5 a 8.5, llegando a cumplir así con los valores estipulados.

De acuerdo a lo considerado por (Villalta Yupanqui, y otros, 2021), en su investigación “Mejoramiento de las PTAR para el uso minero en un sistema integrado de clarificación del agua de tres procesos, mina Coimolache - Cajamarca”, menciona que luego de realizar un análisis se identificó que es necesario un área de 143.96 m² para implementar el clasificador de agua resta, un área de 41.32 m² para el clasificador integrado con tres procesos además es necesario una energía de 1.8 k wk para el clasificador de agua resta y de 12.6 kwk para el clasificador de tres procesos de agua, además el costo de implementación del clasificador de agua rasta es de \$ 1'086,958.72, para el clasificador de tres procesos \$ 851,048.83 mostrando una diferencia del 21.70%.

6.4. Objetivo específico 3

El costo del riego con agua potable de S/. 7.28, el riego con agua subterránea de S/ 3.00, el riego con agua residual tratada es de S/ 0.00 y del costo del riego con agua de camión cisterna es de S/ 14.00, estos valores están por m³ de las distintas aguas que se emplean siendo así el agua residual tratada el de menor costo y más conveniente, además el riego con camión cisterna es el más costoso, pero actualmente es el que más se emplea para el riego del parque Ficus.

(Solano Ramírez , 2018), en su investigación que lleva como título “Evaluación de la eficiencia del método de riego por goteo”, menciona que económicamente el costo varío en cada tratamiento donde la mejor alternativa tecnológica es el T5 con un registro de 1,44 \$/m², seguido por el T6 con 1,49 \$/m², siendo así los tratamientos más costosos llegan a ser los que prevalecieron en las diferentes variables de estudio.

6.5. Objetivo específico 4

La inversión necesaria para la implementación del PTAR es S/. 206,951.29, los Costos operacionales anuales y/o de mantenimiento de planta es de S/. 16,948.64. Además, por una proyección en 5 años se determinó que, el valor actual neto (VAN) de la inversión para la implementación de una PTAR en el parque de Los Ficus en el distrito de Santa Anita es de S/. 52,708.24, mientras que su tasa interna de retorno (TIR) es de 28.75%, además su período de retorno de inversión es de aproximadamente 4 años y la relación beneficio costo de la implementación de la PTAR es de 1.09.

(Ponce Melgar, 2019), menciona en su tesis “Implementación de una PTAR para optimizar el sistema de regadío de parque en el distrito del Rímac – Lima- Perú”, El PTAR con el sistema biorreactor móvil presentan un costo de S/ 719,463.00 con un área requerida necesaria de 375 m², afirmando así que al implementar un PART se define como una solución rentable mostrando una viabilidad del 20% obteniendo así un ahorro de más de 600,000 anualmente, lo que significa un ahorro del 70% en los parques intervenidos.

CONCLUSIONES

- **OBG**

La implementación de un PTAR mejora la eficiencia del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita. Al determinar que el agua potable necesario por días del parque Los Ficus del distrito de Santa Anita es de 71,17 m³, con un costo de S/. 189,112.92, de acuerdo a las necesidades de abastecimiento se usará una planta compacta modular MBBR, modelo SPE-MBBR080, siendo inodora (debido a que se ubicará dentro del mismo parque) ocupando un espacio 42 m², teniendo la capacidad de tratar un caudal en un rango de 70 a 95 m³ diarios, siendo necesario S/. 206,951.29 para la implementación del PTAR con un período de retorno de inversión aproximado de 4 años y la relación beneficio costo de la implementación de la PTAR es de 1.09. Haciendo viable la implementación de la PTAR.

- **OBES 1**

Existe correlación considerable entre la implementación del PTAR y el flujo y el sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita. Al tener como resultados valores de flujo en los tres puntos de medición el F1=1.011 L/s, F2=1.252 L/s, F3=1.152 L/s, mostrando así un mayor caudal en el punto de muestreo 2 y las variaciones con respecto al F1 con de 0.00 %, 23.84% y 13.95% de forma respectiva.

- **OBES 2**

La implementación de un PTAR incide positivamente en la calidad de agua del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita. Por un análisis de calidad del agua de la muestra residual y de la muestra del agua tratada presentan un potencial de hidrogeno en el agua residual de 8.70, en el agua tratada de 7.44 y como valor de parámetro de norma de 6.5 a 8.5, coliformes fecales 350 NMP/100ml, aceites y grasas <5 mg/l, demanda bioquímica de oxígeno 7.63 mg/l, demanda química de oxígeno 24.20mg/l, ph de 7.44 unidades, solidos totales en suspensión de <0.10ml/l, y una temperatura de 22.4. llegando a cumpliendo así con los valores estipulados.

- **OBES 3**

Existe correlación considerable entre la implementación de un PTAR y los costos del sistema de riego en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita. Identificando así que el costo del riego con agua potable de S/. 7.28, el riego con agua subterránea de S/3.00, el riego con agua residual tratada es de S/ 0.00 y del costo del riego con agua de camión cisterna es de S/ 14.00, estos valores están por m³ de las distintas aguas que se emplean siendo así el agua residual tratada el de menor costo y más conveniente, además el riego con camión cisterna es el más costoso, pero actualmente es el que más se emplea para el riego del parque los Ficus.

- **OBES 4**

La implementación de un PTAR incide significativamente en el presupuesto de implementación del sistema de riego en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita. Identificando que es necesario S/. 206,951.29 para la implementación del PTAR, los costos operacionales anuales y/o de mantenimiento de planta es de S/. 16,948.64. Además, por una proyección en 5 años se determinó que, el valor actual neto (VAN) de la inversión para la implementación de una PTAR en el parque de Los Ficus en el distrito de Santa Anita es de S/. 52,708.24, mientras que su tasa interna de retorno (TIR) es de 28.75%, además su período de retorno de inversión es de aproximadamente 4 años y la relación beneficio costo de la implementación de la PTAR es de 1.09.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que de no encontrarse en stock el modelo designado para la implementación, se debe buscar otro modelo con similares características, entre las más importantes es que la planta no produzca olor y que su rango de capacidad contenga a los 71,17 m³ que el parque necesita a diario. De esta forma con los resultados obtenidos se pueden realizar futuras investigaciones que contemplen estos aspectos o planteando una nueva metodología o implementando el mismo modelo en lugares con riego tradicional.
- Se recomienda que para una mejor distribución del agua en el parque se automatice el regado por medio de aspersores y que sean debidamente controlados a fin de no sobrepasar la cantidad ideal de agua usada para riego. Por lo que además se sugiere un adiestramiento de los usuarios para el uso correcto del sistema de riego con el objeto de cumplir con la función para la que fue implementada sin ningún acontecimiento negativo.
- Se recomienda que una vez implementada la PTAR se cree un procedimiento de evacuación de los lodos que la planta produce a fin de mantenerla operativa continuamente y monitorear la calidad de agua del PTAR con el fin de garantizar la salubridad del riego y no exponer a los ciudadanos a plagas o infecciones. Así mismo se debe de tener cuidado en dañar parte de la infraestructura ya que esto provocaría una falla del sistema, así como un desuso permanente.
- Se recomienda que sea el mismo personal que trabaja en el parque el que sea capacitado para que opere la PTAR en las funciones básicas, mientras que las funciones técnicas requerirán de un personal más especializado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Balbin Beltran, Brayán Edison. 2020.** Propuesta de mejoramiento en la eficiencia de la PTAR Chilpina, Distrito Socabaya - Provincia Arequipa - Departamento Arequipa. Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa : s.n., 2020. Tesis de Pregrado.
- Belzona Inc. 2010.** Tratamiento de Aguas Residuales. s.l. : Belzona Inc, 2010.
- Bernal. 2010.** Metodología de la investigación: administración, economía. humanidades y ciencias sociales. Colombia : s.n., 2010.
- Calidad de agua. **Baeza Gómez, Eduardo. 2018.** 16 de Noviembre de 2018, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile/BCN, pág. 11.
- Cañon Quiroga , Dania y Cifuentes Camacho, Edna Luz. 2018.** Prototipo de un sistema automatizado de riego para jardines. Facultad de ingeniería y ciencias básicas, Fundación universitaria los libertadores. Bogotá : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Cárdenas Jaramillo, Daniel Leonidas y Patiño Guaraca, Franklin Edurdo. 2016.** Estudios y diseños definitivos del sistema de agua potable de la comunidad de Tutucán, Cantón Pauute, Provincia del Azuay. Escuela profesional de Ingeniería Civil, Universidad de Cuenca. Cuenca : s.n., 2016. Tesis de Pregrado.
- Castro, E. 2016.** Teoría y práctica de la investigación científica. Huancayo, Perú : PERUGRAPH SRL, 2016. Propiedad del autor.
- Chavez. 2008.** 2008.
- Cortes Cadavid, Valeria y Vargas Garcia , Marco Fabian. 2020.** Diseño e implementación de riego automatizado y el monitoreo de variables ambientales mediante IOT en los cultivos urbanos de la fundación de mujeres empresarias Marie Poussepin. Facultad de ingeniería , Universidad Católica de Colombia . Bogotá : s.n., 2020. Tesis de pregrado.
- Cubierta ligera de carrizo, componentes naturales y materiales de desecho. **Neria Hernández, Rogelio, Cardoso Perez, Indira Paola y Rodriguez Ruiz, Jorge Luis. 2019.** 2019, Padi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI, pág. 9.
- Espigares García, M y Pérez López, J.A. 2022.** Aguas residuales composición. 2022.
- Giraldo Huertas, Juan José. 2016.** Manual para los seminarios de Investigación en Psicología. 2016.
- Guerrero Moro, Cristian, Escalona Mendoza, Rubén Armando y Tapia Hernández, Gerardo. 2018.** Diseño e instalación de sistema de riego automatizado orquídea *Oncidium Sphalatum* e invernadero de la universidad autónoma de Chapingo. Escuela

- superior de ingeniería, Instituto Politécnico Nacional. México : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Jorge, Manzi y Rosa Garcia, Maria. 2019.** Validez de evaluaciones educacionales en Chile y Latinoamérica. Chile : s.n., 2019.
- Lopez Aguilar, Luis Teodoro. 2020.** Implementación de un PTAR para mejorar el sistema de riego en los parques del distrito de San Martín de Porres. Facultad de Ingeniería, Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2020. Tesis de pregrado.
- Manotupa Dueñas, Luis Francisco y Muriel Ortiz , Jhunió Giovanni. 2018.** Propuesta de elaboración de una guía para el proceso de diseño en proyectos de plantas de tratamiento de agua residuales en el Perú. Facultad de Ingeniería, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Mariona Portell, Jaume Vives. 2019.** Investigación en Psicología a los diseños experimentales, cuasi-experimentales y ex post facto. Barcelona : s.n., 2019, pág. 169.
- Masías Mogollón , Kimberly . 2018.** Resistencia a la flexión y la tracción en el concreto empleando ladrillo triturado como agregado grueso. Facultad de Ingeniería , Universidad de Piura . Piura : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Méndez Álvarez, Carlos Eduardo. 2020.** Metodología de la Investigación quinta edición. s.l. : ALPHAEDITORIAL, 2020.
- Niño Hernandez , Jairo René . 2010.** Materiales, propiedades y diseño de mezclas. Bogotá : s.n., 2010. Vol. Tercera edición .
- Perlaza Melo, María Paula y Leche Otero, Juan Diego. 2021.** Propuesta técnica y económica para el tratamiento de aguas residuales provenientes de una piscícola ubicada en el corregimiento de Patio Bonito, Cundinamarca, mediante un caño, mediante un humedal artificial. Ingeniería Ambiental y Sanitaria, Universidad de La Salle. Bogotá : s.n., 2021.
- población muestra y muestreo. **Lopez, Pedro Luis. 2022.** 31 de enero de 2022, Punto Cero.
- Ponce Melgar, Gonzalo. 2019.** Implementación de un PTAR para optimizar el sistema de riego de parque en el distrito del Rímac – Lima- Perú. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad de San Martín de Porres. Lima : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
- Quiroz Pedraza, Pedro Alexis. 2009.** Planta de tratamiento de aguas residuales para riego en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Facultad de Ingeniería , Universidad Nacional Mayor de San Marcos . Lima : s.n., 2009. Tesis de pregrado.

- Relloso Chacin, Rafael. 2021.** Metodología de la Investigación. Metodología de la Investigación. Estados Unidos : s.n., 2021, pág. 13.
- RNE, Reglamento Nacional de Edificaciones,. 2018.** Decreto supremo N°011-2006-Vivienda. Lima : s.n., 2018.
- Rodriguez, Daniela. 2020.** Investigación aplicada: características, definición, ejemplos. Argentina : Lifeder, 2020.
- Rowntree, Derek. 2015.** Análisis de correlaciones. Facultad de ciencias de la salud, Universidad Tecnológica de Pereira. 2015.
- Saavedra Chumacero, Lourdes E. 2018.** Influencia de las plantas acuáticas de Phragmites Australls (Carrizo común) y la Lemna Minor (Lenteja de agua) en la disminución de dureza total y cantidad de cloruros presentes en las aguas de pozos de Huanchaquito - Trujillo. Unidad de Posgrado en Ingeniería Química, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo : s.n., 2018. Tesis de Grado.
- Sánchez Carlessi, H. Hugo, Reyes Romero, Carlos y Mejía Sáenz, Katia. 2018.** Manual de términos en investigación científica, tecnológica y humanística. Lima : s.n., 2018.
- Solano Ramírez , Raily María . 2018.** Dimensionamiento del tratamiento secundario de la planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) los trabajos mediante las tecnologías de lodos activos con biopelícula fija integrada (IFAS) y biorreactor de membrana (MBR) para su comparación con el pred. Universidad Nacional Campus Omar Dengo. Heredia : s.n., 2018. Tesis de pregrado.
- Valverde Calderón , Diego Alain. 2019.** Implementación de un sistema de tratamiento anaeróbico de lodos en la planta de tratamiento de aguas residuales la enlozada Arequipa. Facultad de arquitectura e ingeniería civil, Universidad Católica de Santa María . Arequipa : s.n., 2019. Tesis de pregrado.
- Villalta Yupanqui, Danny Willer y Lévano Lévano , William César. 2021.** Mejoramiento de las PTAR para el uso minero en un sistema integrado de clarificación del agua de tres procesos, mina Coimolache - Cajamarca. Facultad de ingeniería civil, Universidad de ciencias aplicadas . Lima : s.n., 2021. Tesis de pregrado.

ANEXOS

Anexo N°01: Matriz de consistencia

Anexo 1 – Matriz de consistencia

“IMPLEMENTACIÓN DE UN PTAR PARA MEJORAR EL SISTEMA DE REGADÍO EN EL PARQUE LOS FICUS EN EL DISTRITO DE SANTA ANITA”

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Qué efecto produce la implementación de un PTAR en el sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar el efecto que produce la implementación de un PTAR en el sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.</p>	<p>Hipótesis general: La implementación de un PTAR mejora la eficiencia del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.</p>	<p>Variable 1: PTAR (planta de tratamiento de agua)</p>	<p>Sistema de tratamiento</p>	<p>Tratamiento primario</p>	<p>MÉTODO DE INVESTIGACIÓN: Científico</p> <p>TIPO DE INVESTIGACIÓN: Aplicada.</p> <p>NIVEL DE INVESTIGACIÓN: Descriptivo</p> <p>CUANDO: 2022</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: El diseño de investigación utilizará un esquema No experimental.</p> <p>POBLACIÓN Y MUESTRA: POBLACIÓN: La población está conformada por el conjunto de parques que tienen un sistema de riego convencional ubicados en el distrito de Santa Anita, Lima Metropolitana, Perú. MUESTRA: En la investigación la muestra está definida por el parque Los Ficus</p> <p>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS: - Recolección de datos</p> <p>TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO DE DATOS: Estadístico y probabilístico</p>
				Características físicas	Tratamiento de fangos	
				Flujo	Dimensiones	
				Calidad de agua	Estudio de flujo	
<p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿En qué medida mejora la implementación de un PTAR en el flujo del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita?</p> <p>b) ¿De qué manera incide la implementación de un PTAR en la calidad de agua del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita?</p> <p>c) ¿Cuál es la incidencia de la implementación de un PTAR en los costos de riego del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita?</p> <p>d) ¿Cómo mejora la implementación de un PTAR en el presupuesto de implementación del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita?</p>	<p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Determinar en qué medida mejora la implementación de un PTAR en el flujo del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.</p> <p>b) Evaluar la incidencia de la implementación de un PTAR en la calidad de agua del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.</p> <p>c) Analizar cuál es la incidencia de la implementación de un PTAR en los costos del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.</p> <p>d) Identificar la mejora de la implementación de un PTAR en el presupuesto de implementación del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.</p>	<p>Hipótesis específicas</p> <p>a) La implementación de un PTAR mejora notablemente el flujo del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.</p> <p>b) La implementación de un PTAR incide positivamente en la calidad de agua del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.</p> <p>c) La implementación de un PTAR incide significativamente en los costos del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.</p> <p>d) La implementación de un PTAR mejora significativamente en el presupuesto de implementación del sistema de regadío en el parque los ficus en el distrito de Santa Anita.</p>	<p>Variable 2: Sistema de riego</p>	<p>Costo por tipo de riego</p>	<p>Estudio de calidad de agua</p>	
				Presupuesto de implementación	Costo de acuerdo con el tipo de riego	
					Costos de implementación del sistema PTAR	
					Costo de proyección del PTAR	
					Evaluación de VAN y TIR	

**Anexo N°02: Matriz de operacionalización de variables
e instrumento**

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
Variable 1 Planta de tratamiento	Las plantas de tratamiento biológico de aguas residuales operan gracias a la acción de microorganismos aerobios. Estos microorganismos descomponen la materia orgánica, incluyendo nitrógeno y fósforo, en presencia de oxígeno, sin generar gases. Este proceso permite la eliminación de amoníaco, compuestos de carbono y sólidos, utilizando sustratos granulares o sintéticos. Perlaza y Lache, (2021)	La planta de tratamiento se operacionaliza mediante sus dos dimensiones: - D1: Sistema de tratamiento - D2: Características físicas A su vez cada una de las dimensiones dispone de un indicador.	Sistema de tratamiento	Tratamiento primario Tratamiento de fango	Equipos de laboratorio	Razón
			Características físicas	Dimensión	Ficha de toma de datos	Razón
Variable 2 Sistema de riego	Sistema de presión que requiere ser abastecido por agua, para distribuirla a través de una serie de tuberías, y luego la rocía al aire exterior a través de boquillas de drenaje apropiadas. Estos rociadores de drenaje están dispuestos en dispositivos rociadores fijos o rotativos, formando el último componente de la red de distribución Chipana y Mestas, 2021).	El sistema de riego se operacionaliza mediante cuatro dimensiones: - D1: Flujo - D2: Calidad de agua - D3: Costo por tipo de riego - D4: Presupuesto de implementación A su vez cada una de las dimensiones dispone de sus respectivos indicadores.	Flujo	Estudio de flujo	Medidor ultrasonido portátil AVFM 5.0	Razón
			Calidad de agua	Estudio de calidad de agua	Ensayo de laboratorio	Razón
			Costo por tipo de riego	Costo de acuerdo con el tipo de riego	Análisis de presupuesto	Intervalo
			Presupuesto de implementación	Costo de proyección	Análisis del presupuesto	Intervalo
Costo de proyección del PTAR						
	Evaluación de Van y TIR					

Anexo N°03: Instrumento de investigación y constancia de su aplicación

GUÍA DE OBSERVACIÓN: INFRAESTRUCTURA Y ESTADO DEL SISTEMA DE RIEGO DEL PARQUE LOS FICUS EN EL DISTRITO DE SANTA ANITA

FECHA:

El estado identificado en los diferentes aspectos indicados en el parque:

Instrucciones: Observe el estado de los enunciados citados que se están evaluando y marcar con una “X” el cumplimiento, incumplimiento o la no aplicación del mismo, de igual forma, es importante anotar las observaciones pertinentes del caso.

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PARQUE:

A. El parque urbano cuenta con la siguiente infraestructura:

INFRAESTRUCTURA	SÍ	NO
Losa deportiva		
Cancha deportiva de Grass natural.		
Juegos infantiles		
Mobiliario urbano (bancas, basureros, otros)		
Iluminación, postes y/o reflectores		
Esta arborizado		
Cuenta con servicios adicionales		
Está a cargo de la municipalidad		
Está a cargo de una concesión privada		
Riego constante y periódico		
Mantenimiento de áreas verdes		

B. CÁLCULO DE CAUDAL DE DISEÑO:

CONSIDERACIONES	
Área del parque (m ²)	Área construida:
	Área verde:
Ancho de canal	
Pendiente de caudal	

C. ELECCIÓN DEL TIPO DE SISTEMA DE REGADÍO SEGÚN LA PRESIÓN

$P = A + LGH$	
P = presión de agua (hidrostática)	
a = presión atmosférica en la superficie del agua	
l = densidad del agua	
g = aceleración de la gravedad.	

D. RED DE DISTRIBUCIÓN

ÍTEM		
Método	Por inundación	
	Con puntos de conexión para mangueras.	
	Por aspersión	
Diseño de la instalación	Diámetro mínimo de alimentación de cada rociador.	
	Presión mínima en el punto de alimentación de cada rociador.	
Características de operación de válvulas		
Válvulas para conectar mangueras.		

E. ESTÁNDARES BIOLÓGICOS PARA EL AGUA DESTINADA PARA RIEGO SEGÚN OMS

INDICADORES MICROBIOLÓGICOS	CONTACTO PÚBLICO
Nemátodos intestinales (media aritmética huevos / L).	
Coliformes fecales (media geométrica / 100 mL).	

Tratamiento recomendado			
Grupo expuesto con más frecuencia	Trabajadores		Público en general

F. CONDUCCIÓN DE CUERPOS DE AGUA

Longitud de cañerías principales y secundarias		
Flujo de agua por tramo	Gasto en extremidad	
	Gasto en ruta	
	Gasto total	
Cálculo de cañerías	Velocidad del agua en m/seg	
	Constante que depende de la rugosidad relativa de la cañería	
	Radio hidráulico de la cañería en metros	
	Gradiente hidráulico	

G. ELECCIÓN LA PLANTA CON REACTORES BIOLÓGICOS

SECUENCIALES:

Características en fase de:	PLANTA DEPURADORA COMPACTA PARA 50 HABITANTES (7,5 M3/DIA)	PLANTA DEPURADORA COMPACTA PARA 1.500 HABITANTES (225 M3/DIA)
Construcción del SBR.		
Selección del sustrato.		
Aclimatación de la biomasa.		
Diseño experimental.		
Evaluación del desempeño del SBR bajo condiciones aerobias y anaerobias.		

Anexo N°04: Confiabilidad y validez de instrumento