



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA CIVIL

Rediseño de la infraestructura sanitaria empleando un sistema de reutilización de aguas grises en el condominio la Alameda de la Castellana, Santiago de Surco 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

AUTOR

Nima Prado, Karina Elizabeth
ORCID: 0000-0003-2583-942X

ASESOR:

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo
ORCID 0000-0001-8850-8463

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

LIMA - PERÚ

2020

Dedicatoria

A mi esposo e hijo por su apoyo y confianza brindada incondicionalmente, gracias por formar parte de este gran reto y por impulsarme a seguir en los momentos que creía ya no poder.

A mi madre por su amor y apoyo incondicional a lo largo de mi vida y de mi carrera.

Qué Dios me los guarde siempre.

Agradecimiento

En primer lugar, dar gracias a Dios por concederme la vida y hacerme gozar de salud, permitiéndome lograr un triunfo más.

A la Universidad Cesar Vallejo Lima-Este por haber permitido formar parte de ella y contribuir en mi formación personal y sobre todo profesional.

Seguidamente quiero expresar mi gratitud a todas las personas que contribuyeron e hicieron de esta investigación una realidad, específicamente a mi asesor Mg. Robert Sigüenza Abanto que con su amplio conocimiento y dedicada paciencia me impulso a seguir con la investigación en todo momento. Así mismo, mi gratificación a los ingenieros especialistas en el tema que me brindaron su apoyo y supieron dirigirme con su experimentada vivencia.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	vi
Índice de gráficos y figuras	vii
Resumen.....	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN	10
II. MARCO TEÓRICO	13
III. MÉTODO.....	21
3.1. Tipo y diseño de investigación	21
3.2. Variables y Operacionalización.....	22
3.3. Población, muestra y muestreo	22
3.3.1 Población.....	22
3.3.2 Muestra.....	23
3.3.3 Muestreo.....	23
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	24
3.4.1 Técnicas	24
3.4.2 Instrumentos	24
3.4.3 Fuentes.....	24
3.5. Procedimientos	25
3.5.1 Determinación de la Máxima Demanda Simultánea.....	26
3.5.2 Cálculo de unidades de descarga - Desagüe	28
3.5.3 Determinación de la Máxima Demanda Simultánea - Agua potable	28
3.5.4 Determinación de la Máxima Demanda Simultánea - Aguas grises	30
3.5.5 Cálculo de cisterna para almacenamiento de aguas grises	31
3.6. Método de análisis de datos.....	35
3.7. Aspectos Éticos	36
IV. RESULTADOS.....	37
4.1. Implementación de modelo a escala con filtros de lentos de arena, alumbre y carbón vegetal.....	37

4.1.1	Modelo a escala del departamento 3 del primer piso del edificio	
A		37
4.1.2	Filtro lento de arena con alumbre	38
4.1.3	Filtro lento de arena con carbón vegetal	39
4.1.4	Toma de muestras y resultados de laboratorio	39
4.2.	Variaciones de los parámetros hidráulicos ante la implementación del sistema de reutilización de aguas grises	42
4.2.1	Caudal.....	42
4.2.2	Líneas de conducción.....	44
4.2.3	Almacenamiento	45
4.3.	Tratamiento óptimo para las aguas grises del sistema de reutilización.....	46
4.4.	Análisis costo-beneficio de la implementación del sistema de reutilización de aguas grises	47
V.	DISCUSIÓN.....	52
VI.	CONCLUSIONES.....	57
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
	ANEXOS.....	65

Índice de tablas

Tabla 1 Origen de aguas grises y su contenido	17
Tabla 2 Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas grises.....	17
Tabla 3 Características de las aguas grises según sus orígenes.....	18
Tabla 4 Cálculo de caudal del edificio A.....	26
Tabla 5 Cálculo de caudal por departamento	27
Tabla 6 Velocidad de agua para determinar las tuberías.....	27
Tabla 7 Caudal de descarga del sistema convencional	28
Tabla 8 Cálculo de caudal del edificio A (método Hunter).....	29
Tabla 9 Cálculo de caudal por departamento	29
Tabla 10 Velocidad de agua para determinar las tuberías.....	30
Tabla 11 Cálculo de caudal de inodoro	30
Tabla 12 Cálculo de caudal de inodoro por departamento.....	31
Tabla 13 Caudal de descarga de los aparatos sanitarios ducha y lavamanos	31
Tabla 14 Equipamiento para la cámara de bombeo del sistema.	33
Tabla 15 Calculo de descarga de aparatos sanitario Inodoro, lavaderos y lavadora	34
Tabla 16 Concentraciones de parámetros de calidad de agua residuales	35
Tabla 17 Análisis de aguas grises del filtro lento de arena con alumbre.....	41
Tabla 18 Análisis de aguas grises del filtro lento de arena con carbón activo	41
Tabla 19 Caudal total del edificio A.....	42
Tabla 20 Caudal para el rediseño de la infraestructura sanitaria.	43
Tabla 21 Caudal convencional por departamento	43
Tabla 22 Unidades Hunter para calcular el Caudal por departamento.....	44
Tabla 23: Caudal de descarga del sistema convencional	46
Tabla 24 Caudal de descarga del rediseño de la infraestructura sanitaria	46
Tabla 25 Valores de los parámetros de los análisis de agua grises	47
Tabla 26 Presupuesto de implementación del sistema de reutilización de aguas grises.....	48
Tabla 27 Costo de mantenimiento del sistema de reutilización	49
Tabla 28 Costo de consumo con sistema convencional	50
Tabla 29 Costo de consumo con el sistema de Reutilización de aguas grises.....	50
Tabla 30 Ahorro mensual en el costo de agua	50
Tabla 31 Tiempo de recuperación de la inversión del sistema	51
Tabla 32 Comparación de resultados experimentales de pruebas parámetros físicos, químicos y biológicos	53

Índice de gráficos y figuras

<i>Figura 1: Diagrama de diseño</i>	<i>21</i>
<i>Figura 2: Prototipo de ducha y lavamanos.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 3: Poza sedimentadora.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 4: Conducción del agua hacia los filtros</i>	<i>38</i>
<i>Figura 5: Prototipo de filtro lento de arena con carbón vegetal y sus dimensiones por capa de material</i>	<i>38</i>
<i>Figura 6: Prototipo de filtro lento de arena con carbón vegetal y sus dimensiones por capa de material</i>	<i>39</i>
<i>Figura 7: Medición de pH</i>	<i>40</i>
<i>Figura 8: Medición de temperatura</i>	<i>40</i>
<i>Figura 9: Muestra para análisis de turbidez.....</i>	<i>40</i>
<i>Figura10: Muestra para análisis de conductividad</i>	<i>40</i>
<i>Figura 11.Edificio A tubería de abastecimiento de 2 " de diámetro.....</i>	<i>44</i>

Resumen

La presente investigación se realizó con el fin de encontrar un sistema de reutilización de aguas grises para generar un ahorro en el recurso hídrico y económico de los moradores del condominio de la Alameda de la Castellana en Santiago de Surco. La metodología utilizada consistió en un diseño experimental de corte transversal usando el método científico. El tipo de investigación es aplicada y de nivel explicativo, tuvo como objetivo diseñar, identificar y aplicar un sistema de reutilización de aguas grises, obteniendo como resultado el ahorro del recurso hídrico y económico. Para identificar la eficiencia total del sistema, se construyeron dos prototipos de filtros lentos de arena, uno con alumbre y otro con carbón. Además, a fin de verificar la calidad de agua se realizaron diferentes análisis de parámetros físicos, químicos y biológicos. En la constatación de resultados se encontró que el tratamiento más óptimo de aguas grises fue el filtro lento de arena con alumbre, Asimismo, respecto a los aspectos económicos, la inversión para la implementación del sistema en el edificio A se recupera en un periodo de aproximadamente 4 años, teniendo una reducción de un 20% del costo de consumo mensual, lo que a su vez representa un ahorro mensual del recurso hídrico. Por lo que, se concluye que, la implementación del sistema de reutilización de aguas grises en el condominio de la Alameda de la Castellana en Santiago de surco, se justifica con la reducción de consumo del recurso hídrico y ahorro económico. Palabras claves: aguas grises, reutilización, tratamiento, ahorro.

Abstract

The present research was carried out in order to find a gray water reuse system to generate savings in water and economic resources for the residents of the Alameda de la Castellana condominium in Santiago de Surco. The methodology used consisted of a cross-sectional experimental design using the scientific method. The type of research is applied and explanatory level, its objective was to design, identify and apply a gray water reuse system, obtaining as a result the saving of water and economic resources. To identify the overall efficiency of the system, two prototypes of slow sand filters were built, one with alum and the other with carbon. In addition, in order to verify the water quality, different analyzes of physical, chemical and biological parameters were carried out. In the verification of results, it was found that the most optimal treatment of gray water was the slow filter of sand with alum. In addition, with respect to economic aspects, the investment for the implementation of the system in building A is recovered in a period of approximately 4 years, having a 20% reduction in the cost of monthly consumption, which in turn represents a monthly saving of the water resource. Therefore, it is concluded that the implementation of the gray water reuse system in the Alameda de la Castellana condominium in Santiago de Surco is justified by reducing the consumption of water resources and saving money.

Keywords: gray water, reuse, treatment, saving.

I. INTRODUCCIÓN

En este capítulo presentamos la realidad problemática a nivel internacional, nacional y local apoyándonos de diferentes autores, entidades nacionales como extranjeras; mencionando el lugar y la importancia de adquirir un sistema de reutilización de aguas grises para un condominio. Además, se menciona la justificación, problema general, problemas específicos, inclusive objetivos generales y específicos.

Gozar de un servicio de agua y alcantarillado, según Unicef (2000) son elementos importantes para el inicio del desarrollo humano, al mismo tiempo son reconocidos como condición de derecho humanos. El escaso porcentaje de agua dulce que existe actualmente en el mundo según diferentes organismos, junto a su calidad y la red de saneamiento inadecuado afectan en la condición de vida (alimentación, fuente de trabajo y educación), más aún en las familias pobres del mundo.

Este recurso hídrico es de vital importancia a nivel mundial, tal como nos menciona Sancha y Ahumada (2017) que Chile presenta una insuficiencia hídrica en la mayoría de su territorio y la demanda de ello muestra que está en crecimiento. Hoy en día hay diferentes métodos para solucionar este problema, donde se encuentra la reutilización de aguas grises, solución que actualmente cuentan los países desarrollados.

El agua potable es considerada como un recurso de un solo uso, que en adelante se convierte en agua de desecho. Para Rojas (2014) las aguas grises provienen del lavamanos, ducha, lavaplatos, lavandería que representa hasta el 40% del consumo; porcentaje que se puede dar tratamiento para su reutilización en diferentes situaciones de consumo no humano como inodoro, riego y limpieza.

Así mismo según Oxfam Perú (2015) para Lima, existe un millón y medio de limeños que no disfrutan del servicio de agua potable y alcantarillado. Hay una clara diferencia entre la zona urbana y periurbana, donde existen asentamientos humanos, pueblos jóvenes que aún no disfrutan de los servicios básicos, a comparación de las zonas céntricas. Así mismo Pari (2018) menciona que los habitantes que cuenta con el servicio de agua potable y alcantarillado tienen una

defectuosa cultura sobre el uso adecuado del agua, provoca que se desperdicie demasiada agua dulce en usos inapropiados.

Es significativo recalcar que en la actualidad excedemos en el consumo de agua por persona, esto nos lo confirma la Organización Mundial de la Salud (OMS), que, recomienda que se debe consumir un promedio de 100 litros por cada habitante para saciar la necesidad de consumo y de higiene. Sin embargo, según los especialistas, en Lima se consume hasta 250 litros de agua por habitante.

Bajo esta perspectiva, la presente investigación tiene la finalidad de hacer un rediseño de la infraestructura sanitaria empleando un sistema de reutilización de aguas grises en un condominio, con el fin de lograr un significativo ahorro de agua potable.

La justificación teórica se enfoca hacia futuros proyectos de investigación, brindando conocimiento general y la necesidad de contar con un sistema de reutilización de aguas grises, con el propósito de plantear un sistema de recolección de almacenamiento, tratamiento y reutilización de las aguas para reusó de inodoros, riego y limpieza en general.

Esto va a enfocado principalmente en la separación de las redes e implementar un sistema de tratamiento de aguas grises en el condómino de La Alameda de la castellana en el distrito de Santiago de Surco, de acuerdo a los estándares de la norma técnica de edificaciones para la vivienda multifamiliar, edificios y residenciales. Para ello se utilizaron teorías relacionadas a la reutilización de aguas grises que nos permitirá desarrollar el proyecto de manera segura y confiable. Tal como nos menciona

Rojas (2014) es importante informar el valor y el uso adecuado del agua, así como su reutilización, en el Perú existe un concepto erróneo de este recurso hídrico, la población piensa que en el país existe una fuente inagotable de agua dulce. Sin embargo, los especialistas indican que si existe una escasez de este recurso hídrico.

En base a la realidad problemática mostrada se planteó el problema general y los problemas específicos del proyecto de investigación. Donde el problema general de esta tesis es ¿Cuál es el resultado de la evaluación del rediseño del sistema del

sistema de agua potable empleando un sistema de reutilización de aguas grises en el condominio La Alameda de la Castellana, Santiago de Surco-2020? ¿Cuál es la eficiencia técnica económica del rediseño de la infraestructura sanitaria empleando un sistema de reutilización de aguas grises en el condominio La Alameda de la castellana, Santiago de Surco-2020? Mencionando también como problemas específicos siguientes:

- **PE1:** ¿Cuáles son las variaciones que tendrán los parámetros hidráulicos ante la implementación de un sistema de reutilización de aguas grises en el rediseño de la infraestructura sanitaria del condominio La Alameda de la Castellana, Santiago de surco,2020?
- **PE2:** ¿Cuál es el tratamiento óptimo para las aguas grises del sistema de reutilización en el rediseño de la infraestructura sanitaria del condominio La Alameda de la Castellana, Santiago de surco,2020?
- **PEN3:** ¿El costo de rediseño de la infraestructura sanitaria se justifica con el ahorro del consumo de agua en el condominio La Alameda de la Castellana, Santiago de surco,2020?

El objetivo general es determinar la eficiencia técnica económica del rediseño de la infraestructura sanitaria empleando el sistema de reutilización de aguas grises en el condominio La Alameda de la Castellana, Santiago de surco, 2020.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- **OE1:** Determinar las variaciones que tendrán los parámetros hidráulicos ante la implementación de un sistema de reutilización de aguas grises en el rediseño de la infraestructura sanitaria del condominio La Alameda de la Castellana, Santiago de surco,2020.
- **OE2:** Identificar el tratamiento óptimo para las aguas grises del sistema de reutilización en el rediseño de la infraestructura sanitaria del condominio La Alameda de la Castellana, Santiago de surco,2020.
- **OE3:** Determinar si el costo de rediseño de la infraestructura sanitaria se justifica con el ahorro del consumo de agua en el condominio La Alameda de la Castellana, Santiago de surco, 2020.

II. MARCO TEÓRICO

Para la presente investigación nos basamos en antecedentes a nivel internacional, nacional y local libros, tesis, informes y comentarios de especialistas; la cual nos impulsa a realizar la tesis:

Losa (2017) estudió cómo beneficiarse al máximo con los recursos naturales, por lo tanto, utilizó un sistema que logre minimizar el gasto indiscriminado de agua potable, La investigación es analítica descriptiva está enfocada en la reutilización del agua residual, Como resultado de estudio se concluyó que el tratamiento de agua recicladas cumple los parámetros estándares de calidad también lo más importante es la cantidad de agua que se ahorra por persona. Así mismo Losa (2017) recomendó utilizar estas tecnologías para ahorro no solo en edificios si no, en colegios, institutos públicos y privados, hospitales, etc. que ayuda a favorecer con el cuidado del medio ambiente.

Burbano (2015) tiene como objetivo aportar al desarrollo mediante el análisis de la reutilización de las aguas grises en edificaciones domiciliarias, con manejo independiente de las aguas utilizadas en duchas y lavamanos, para lograr un ahorro significativo en el consumo de agua potable. La investigación es analítica, ya que se ha propuesto una hipótesis y la realización de la investigación es tratar de obtener si es viable aplicarla. Como resultado del estudio se obtuvo que los volúmenes de aguas grises generadas por los lavamanos y duchas para el llenado de los tanques de los inodoros corresponden al 37.65 % de las aguas grises. Así mismo el autor recomienda que se debe profundizar en la investigación que genera el impacto económico de un sistema de reutilización de aguas grises en edificios de grandes magnitudes para obtener un óptimo ahorro económico.

Morales (2013) tiene como objetivo Analizar la factibilidad técnica económica de la instalación y operación paralela de recolección y distribución de las aguas grises aplicadas en un edificio. La investigación descriptiva analítica ya que recopila información para luego realizar un análisis comparativo técnico económico, Como resultado del estudio se obtuvo que el 50% del agua ocupada al interior de la edificación corresponde a las aguas grises, donde se confirma que son menos contaminadas que las aguas servidas, lo que hace más fácil tratarlas y poder reutilizarlas. Así mismo el autor recomienda que es más factible hacer la instalación del sistema de reutilización de aguas grises iniciando los proyectos.

Díaz y Ramírez (2016) estudio cómo diseñar un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora para mitigar algunas necesidades. La investigación es analítica, recopila datos por medio de estudios de campo para obtener información acertada y llevar a cabo el proyecto, Como resultado se obtuvo que el proyecto es óptimo y sirve como una solución exitosa del mal uso del recurso hídrico y sobre todo ahorro de factura de agua. Así mismo el autor recomienda que este sistema debe estar ubicado en un lugar de fácil acceso para su limpieza y mantenimiento, también concientizar a los pobladores a no contaminar en exceso las aguas.

Rodríguez y Estupiñan (2016) estudio como diseñar un sistema para reutilizar las aguas grises en la UDEC identificando, clasificando y contrastando modelos existentes. Se tomó como muestra las aguas grises del bloque A y B de la universidad UDEC para ser reutilizadas en los inodoros del baño de mujeres del bloque B y para uso de riego, como resultado se obtuvo que el cumplimiento de la frecuencia establecida para el manteniendo preventivo garantizara la vida útil del sistema.

Rosales (2018) estudió cómo disminuir el consumo de agua potable mediante una evaluación económica de reutilización de aguas grises para beneficiar a las familias de ese sector de Chile. Como resultado se puede observar la disminución del consumo de agua potable. Así mismo recomienda dar a conocer esta alternativa a aquellos que se encuentran en la zona, ya que contribuye al medio ambiente y económicamente.

Espinal, Ocampo y Rojas (2013) estudiaron cómo diseñar y simular un sistema para reciclaje de aguas grises en el hogar. Tomaron como muestra la captación de las aguas del lavamanos ducha y lavadora para almacenarla y luego tratarlas para luego ser recirculadas para el inodoro y riego. Como resultado se puede observar que era lo esperado, el programa utilizado para la simulación controló de manera correcta la activación de bombas y válvulas.

Ramirez (2015) estudio como diseñar, y calcular las instalaciones sanitarias de un edificio con departamentos de acuerdo a la norma de construcción a fin de obtener soluciones técnicas. Tomó como muestra el edificio habitacional estableciendo los parámetros mínimos que deben considerarse en todo diseño y construcción de las instalaciones hidrosanitarias interiores. Como resultado se

aplicó un proceso de cálculo para un sistema separativo, es decir se dimensionó la red de aguas residuales por un lado y la red de agua pluvial separado.

Ardila (2013) estudió cómo diseñar y calcular el suministro de agua potable, tanque elevado, cisterna y bomba de presión a un edificio, se tomó como muestra a 90 personas del edificio del norte de Guayaquil que consta de 5 pisos. Como resultado se obtuvo que la capacidad de la bomba será la necesaria para no dejar sin este recurso hídrico a ninguna parte del edificio. Así mismo recomienda que los cálculos son primordiales, tomando en cuenta los diferentes factores tanto en el diseño y para su funcionalidad.

Rojas (2014) estudio como determinar en qué medida se puede reutilizar las aguas grises, también informar sobre la importancia y el buen uso del agua y su reutilización, tomo como muestra una vivienda de la ciudad de Huancayo, como resultado muestra que a pesar del ahorro de un 40% del consumo la instalación para reciclaje de este tipo de gua puede resultar de costo elevado por ser una sola vivienda. Así mismo recomendó que este proyecto sería viable para lugares de dimensiones más grandes, también se podría aplicar al aprovechamiento de las aguas pluviales.

Galeno (2017) estudio como evaluar la viabilidad para la aplicación de un sistema para el tratamiento y reutilización de aguas grises en las nuevas construcciones de viviendas en Bogotá. Se tomó como muestra un conjunto de viviendas donde fueron encuestadas 147 personas de edades que oscilan entre 18 y 72 años del conjunto residencial sabana. Como resultado se obtuvo que al comparar las tarifas de las diferentes plantas de tratamiento se evidenció gran diferencia en los costos.

Nina, (2015) estudio como evaluar el sistema de tratamiento de agua residual doméstica, y la eficiencia del tratamiento del sistema mediante parámetros evaluados en: DBO5 (71%), DQO (69%), Sólidos totales en suspensión (76%). Se estipuló también la eficiencia de eliminación de Coliformes totales (64%), Coliformes fecales (87%), y Coliformes termo tolerantes (39%). Como resultado se obtuvo al comparar los valores determinados en el efluente con los límites máximos permisibles establecidos en el D.S. N°003-2010-MINAM, que el nivel de contaminación en el lugar de estudio es alto, los contaminantes potenciales destacan los términos máximos permisibles para la categoría 3: cabe señalar que

afecta al agua de riego de vegetales y bebidas de animales, y la contaminación del agua subterránea.

Pérez, (2014) realizó un estudio comparando de dos sistemas de filtración casera para el tratamiento de agua para consumo humano de la Universidad de Boyacá, Colombia en el formuló las siguientes conclusiones: Para los afluentes con valores promedio de turbiedad, de 32.7 ± 2.81 UNT y 3.9×10^5 UFC/100ml de E. coli, ambos sistemas de filtración obtuvieron una eficiencia de remoción del (99% de turbiedad y 99.999 - 100% de E. coli) y cumplieron con las normas nacionales de calidad de agua para consumo humano, lo que evidencia lo factible y beneficioso que es este tipo de sistema casero para asegurar la calidad del agua y la reducción del riesgo microbiológico

A continuación, se da a conocer el significado de la variable independiente, dependiente, así como sus respectivas dimensiones e indicadores, para ello nos basamos a diferentes fuentes de información relevantes, como tesis, libros, informes, manual, guías, y reglamento de las entidades que tienen relación con el rubro del sistema de reutilización de aguas grises en viviendas y edificios. Al respecto, el sistema de reutilización de agua grises en el condominio es una alternativa viable donde brindará beneficios a la sociedad principalmente consiste en elaborar un sistema para reutilizar las aguas grises captadas de algunos aparatos sanitarios para ser tratada y luego recirculadas para el uso de tanques de inodoros y riego, para su realización se recogerá la información necesaria en la zona de estudio, así como realizar los diferentes cálculos y/o parámetros establecidos con la cual se desea realizar el proyecto.

Respecto a la dimensión origen y características de las aguas grises, estas pertenecen al grupo de las aguas residuales domésticas, las aguas grises son aquellas que contienen sustancias jabonosas y restos orgánicos procedentes de las duchas, bañeras y lavabos, estas aguas no contienen materia fecal y su composición puede variar de acuerdo a su procedencia ya que contendrán jabón sólido sedimentables pelos, resto de pasta dental y otros. Las aguas grises son las aguas residuales que han tenido un uso ligero, pudiendo contener jabón, cabello, suciedad o bacterias, pero que son suficientemente limpias para regar las plantas (Rojas, 2017).

El contenido y la procedencia de estas aguas grises se puede describir como se muestra en la tabla 1

Tabla 1

Origen de aguas grises y su contenido

Origen	Contenido
Ducha/Tina	Jabón, productos de aseo personal, grasas y bacterias
Lavamanos	Jabón y productos de higiene y aseo personal
Lavaplatos	Materia Orgánica, nutrientes, sólidos, detergentes, grasas y aceites
Lavadora	Altas concentraciones de detergentes, químicos como cloro y restos de fibras
Sanitarios	Altas concentraciones de materia orgánica y patógenos

Fuente: Aguas residuales.info, Carme Santasmasas Responsable Técnico de REMOSA

Las aguas grises tienen diferentes características físicas, química y biológicas, que permiten identificar estas aguas por su color, turbidez, temperatura y el contenido de sólidos en suspensión, en estas aguas se encuentran concentraciones de productos químicos compuestos por nitratos, fosfatos y agentes tenso activos que se utilizan para la limpieza domésticas y sus componentes biológicos varían según la temporada del año, la fuente y según sus contaminantes presentes. Las aguas grises están compuestas por materia orgánica e inorgánica y microorganismos (Agua residual info, 2018). Por ello, que su contaminación se determina básicamente en los parámetros que se muestran en la tabla 2 y sus características mostrados en la tabla 3.

Tabla 2

Parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas grises

	Parámetros	Valor orientativo Aguas Grises	Valor Típico Aguas Residuales
Parámetros físico-químicos	Sólidos en suspensión	45-330 mg/l	450 mg/l
	DBO ₅	90-290 mg/l	400 mg/l
	N Kjeldahl	2,1-31,5 mg/l	50-60 mg/l
	Turbidez	22-200 NTU	
Parámetros microbiológicos	Coliformes totales	10 ¹ -10 ⁶ UFC/100ml	10 ⁶ -10 ⁷ UFC/100ml
	Escherichia Coli	10 ¹ -10 ⁵ UFC/100ml	10 ⁵ -10 ⁶ UFC/100ml

Fuente : Aguasresiduales.info, Carme Santasmasas Responsable Técnico de REMOSA

Tabla 3*Características de las aguas grises según sus orígenes*

Origen	Características
Lava vajillas	<p>Altamente contaminadas con partículas de comida, aceites y grasas. Cantidades variables de coliformes. Generalmente presenta mayor cantidad de SST que las aguas servidas Crecimiento de microorganismos. Descomposición rápida. Mal olor Contiene detergentes, blanqueadores. Espumas. Alta demanda de oxígeno.</p> <p>Usualmente se considera como agua negra. Generalmente corresponde al agua menos contaminada (aguas grises claras). Ducha y tina presentan coliformes.</p> <p>Puede contener orina, que es estéril en personas sanas, no obstante, algunas infecciones en la vejiga pueden hacer que exista presencia de microorganismos, el potencial de estos para sobrevivir y causar infecciones es considerado remoto.</p>
Ducha, tina y lava manos	<p>Contiene pelos y productos de limpieza como jabón, shampoo y pasta de dientes. Baja demanda de oxígeno. Contiene coliformes.</p>
Lavadora	<p>Contiene detergentes (sodio, fósforo, boro, amonio, nitrógeno). Espumas. Alto pH Alta cantidad de sólidos suspendidos (pelusas). Alta turbiedad. Altas concentraciones de microorganismos</p>
Piscinas	<p>Gran presencia de químicos (residuos químicos de productos para mantenimiento, aceites para el cuerpo, cosméticos, etc.)</p>

Fuente :

Por otro lado, la composición de las aguas residuales se determina por su aspecto físico, por su contenido alto en materia orgánica biodegradable, proporcionadas por los parámetros como DBO5 y su demanda biológica de oxígeno (90-290 mg/l). Asimismo, su aspecto químico, contaminado por medio de jabón champú, tinte de cabello, pasta dental crema de afeitar u otros productos químicos empleados para el aseo personal, Además, el aspecto biológico, por su contenido de baja concentración de materia orgánica biodegradable, proporcionadas por los parámetros como DBO5 y su demanda biológica de oxígeno (90-290 mg/l). (Burdano, 2015)

Como variable dependiente tenemos el rediseño de la infraestructura sanitaria, este rediseño se realizará con el fin de obtener la mejor eficiencia en el uso del recurso hídrico. Además, su beneficio se verá reflejado en la reducción de costos por consumo de agua debido a la reutilización. Por ello, se evaluarán los parámetros hidráulicos, para conocer la inversión que se necesitará para construir el sistema, el material a utilizarse, entre otros. Asimismo, se realizará el diseño actual del sistema de las instalaciones sanitarias en el condominio donde verificaremos cómo se encuentra distribuido en la actualidad el sistema sanitario y como sería el sistema de reutilización de aguas grises. Además, conoceremos el consumo actual por familia, utilizando la instalación convencional del sistema de aguas y la población que habita actualmente en el condominio para poder saber cuántos se beneficiarán con este rediseño del sistema de reutilización de aguas grises y determinar la producción de estas estas aguas.

Por otro lado, el rediseño y el sistema de tratamiento será evaluado buscando la mayor eficiencia para la reutilización de aguas grises. Además, la optimización del sistema de tratamiento de las aguas grises se estimará por medio de la comparación de dos filtros lentos de arena y agregados. Para Candiotti (2018) considera que el proceso del tratamiento del recurso hídrico se debe realizar con un procesamiento de segundo orden para lograr la degradación de materia orgánica. Así mismo, existen diferentes tipos de tratamiento de acuerdo al tipo de uso que se le dará al agua a reutilizar entre los sistemas tenemos los primarios, dentro de ellos están los tratamientos físicos, donde se realiza la decantación y filtración, en el sistema secundario se encuentra los tratamientos químicos donde se realiza la floculación y coagulación y por último el sistema terciario, donde se encuentran los tratamientos biológicos, entre ellos encontramos los filtros biológicos aireados, lodos activados, desinfección, cloración entre otros. Por ello, será necesario realizar el análisis de las aguas donde se evaluarán los parámetros físicos, químico y biológicos al ser captadas de las duchas, lavamanos y se realizará otro análisis luego de ser pasadas por el filtro para garantizar la calidad del agua para el uso que se le dará respetando los límites máximo permisibles según el DS N°031-2010-SA Reglamento de la calidad de agua gris para reutilización y Art. 66.

Finalmente, se incluirá como dimensión a la evaluación económica del rediseño del sistema de reutilización de aguas grises, para eso elaboramos, un presupuesto del sistema de reutilización de aguas grises. Así mismo, en la evaluación de costo se incluirá el mantenimiento del sistema de reutilización de aguas.

III. MÉTODO

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación presentada es aplicada porque estudia teorías que permiten explicar la realidad a través del uso de instrumentos, con un alcance descriptivo, según Hernández (2014) define que la investigación aplicada busca resolver problemas. Asimismo, nos indica que el estudio descriptivo busca identificar su propiedad, característica y perfil de personas, grupos, población, etapas, objetos o algún otro fenómeno que sea sujeto de estudio. Adicionalmente, tiene un enfoque cuantitativo, ya que se recoge y se analiza información sobre las variables presentadas en el proyecto. Hernández (2014) nos mencionó que el enfoque cuantitativo recolecta la información para certificar la hipótesis, con medición numérica y análisis estadístico.

El diseño es cuasi- experimental, se manejará un diseño pre-test y pos-test de un solo grupo, en efecto se trata de observar el objeto de estudio en su estado natural, antes de implantar la variable independiente (O1) y otra después de ser aplicada (O2), tal como se muestra en la figura 1, para posteriormente analizarlo, tomando muestra antes y después del sistema de reutilización de aguas en el condominio. Se evaluará la variable independiente para determinar un sistema óptimo donde se debe cumplir con los parámetros físicos, químicos y microbiológicos.

Diagrama del diseño:

Figura 1: Diagrama de diseño



Donde:

O1= Parámetros preliminares de calidad de agua gris, antes del sistema de reutilización.

X = Sistema de reutilización de aguas grises.

O2= Parámetros finales de calidad de agua, después del sistema de reutilización de aguas grises.

3.2. Variables y Operacionalización

La variable independiente es el sistema de reutilización de aguas grises.

a) Definición conceptual

El sistema de reutilización de aguas grises es un conjunto de instalaciones destinadas a la recolección, tratamiento, almacenamiento y conducción de las aguas grises para su uso en la alternativa de reutilización que se proyecte. Además, incluye instalaciones para el uso de las aguas grises tratadas, el cual debe cumplir con la calidad definida en el presente reglamento según el uso previsto (Ministerio de salud, 2018).

b) Definición operacional

El sistema de reutilización de aguas grises es una variable que incluye infraestructura sanitaria para aguas residuales y conexiones domiciliarias, además el sistema de tratamiento de aguas residuales (Cruz, 2015). Esta variable se medirá por medio de análisis de aguas, métodos de tratamiento y cambios en las dimensiones de tuberías y otros componentes.

La variable dependiente es el rediseño de la infraestructura sanitaria.

a) Definición conceptual

El rediseño de la infraestructura sanitaria se encuentra basado en mejorar el sistema de agua potable, garantizando una extracción, recolección y distribución de agua de forma sostenible. Así mismo, el manejo de aguas residuales y su tratamiento contribuye al cuidado del medio ambiente y el manejo responsable de los recursos hídricos (Cruz, 2015).

b) Definición operacional

El rediseño de la infraestructura sanitaria responde a la implementación de infraestructura que mejora las condiciones de uso del agua potable con la inclusión de un sistema de aguas grises. Tales como, líneas de aducción y distribución de aguas grises, reservorios para tratamiento de agua y las mejoras en las conexiones domiciliarias (Cruz, 2015).

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población

Este proyecto de investigación se usa como población a los moradores en el condominio del distrito de Santiago de Surco edificio A, en la cual habitan 100

personas entre adultos, jóvenes y niños. Por ello Hernández (2014) indica que la población es la totalidad de un fenómeno de estudio cuantificado.

3.3.2 Muestra

Es un subconjunto, parte del universo o población donde se lleva a cabo la investigación, Hernández (2014) nos dice que la Muestra (es un subgrupo de la población o universo) utilizada por economía de tiempo y recursos, en nuestro proyecto, la muestra será 4 personas de la población del condominio en el distrito de Santiago de surco.

3.3.3 Muestreo

Para la determinación de la muestra nos basamos en la fórmula de cálculo de Arkin y Golton para población finita como se muestra a continuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{d^2(N - 1) + Z^2 * p * q}$$

En donde:

N = Tamaño de población

Z = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza (NC)

γ = Nivel de confianza

P = Probabilidad de éxito, o proporción esperada

Q = Probabilidad de fracaso

D = Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción).

Entonces reemplazamos los valores en la fórmula según los siguientes datos:

N= 100 pobladores del edificio A del condominio de La Alameda de las Castellana, Santiago de Surco

γ = 95 % valor nominal estándar 1.96

p = Proporción esperada (en este caso 50% = 0.5)

q = 1 - p (en este caso 1 - 0.5 =0.5)

e = Nivel de máximo error permisible 5% = 0.05

$$n = \frac{100 \cdot 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.05^2(100-1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5} = 3.74$$

Realizando los cálculos obtenemos un resultado de 3.74 pobladores como muestra.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

En este proyecto de investigación se ha usado diferentes técnicas e instrumentos para la recolección de datos en la zona de estudio, al respecto Rodríguez (2008) nos dice que las técnicas, es el medio empleado para recopilar los datos, en las más destacadas tenemos la ficha de observación, los cuestionarios, las entrevistas y las encuestas.

3.4.1 Técnicas

Las técnicas a utilizar en este proyecto de investigación son la observación, fichas técnicas y encuesta ver anexo 5 y 6, en este último será en el caso de levantarse el estado de emergencia sanitaria e inmovilización social que atraviesa nuestro país.

3.4.2 Instrumentos

Los instrumentos de recolección de la información empleada son la matriz de observación y ficha técnica según sea la situación mencionada anteriormente. Al respecto, Sánchez y Reyes (2014) definen la matriz como una tabla o cuadro de doble entrada en donde se presenta de manera lógica, la conexión del problema, el constructo teórico, la hipótesis, las variables, los indicadores y la escala de medición que se adoptará para cada indicador.

3.4.3 Fuentes

Como fuentes para la investigación se utilizará el Reglamento Nacional de Edificaciones, el Reglamento de Elaboración de proyecto de agua potable y alcantarillado para habilitaciones urbanas lima y callao (SEDAPAL), las normas del Ministerio del ambiente, Digesa, libros, manual, artículos e informes. Además, nos basaremos en investigaciones o tesis realizadas previamente.

La validez del instrumento se realizará mediante el juicio de expertos, que evaluarán el proceso de avance de la obtención de la información básica del proyecto, ello permitirá la fiabilidad a la investigación. Al respecto, Hernández (2013) nos menciona que la fiabilidad de un instrumento de medición, se refiere a que si

aplicas una y otra vez un instrumento a un individuo u objeto arrojará resultados iguales o similares.

3.5. Procedimientos

Los procedimientos en este proyecto se desarrollaron de la siguiente manera, primero se realizó una visita en campo para el reconocimiento del lugar tal como se evidencia en el Anexo 16, donde se va a ejecutar el rediseño de la infraestructura sanitaria implementando el sistema de reutilización de aguas grises, se verificó la condición actual del lugar y de los habitantes. Después de haber obtenido los datos en campo se plantean los conceptos teóricos, el planteamiento del problema, la ficha de observación a través de la información, logrando realizar la Operacionalización de la variable, la matriz de consistencia. Luego se realizó la validación del instrumento a través del juicio de expertos por ingenieros especialistas en el contenido del estudio, posterior a esto se saca la confiabilidad, realizamos el trabajo de campo utilizando el instrumento de matriz de observación, ficha técnica y encuesta, esto nos permitirá recoger los datos específicos de la muestra de estudio. Se realizó un esquema con las separaciones de redes de las aguas grises y negras, tal como se muestra en el Anexo 7 luego realizamos los cálculos para el diseño de reutilización de las aguas grises, tomando en cuenta todos los requisitos del Reglamento Nacional de Edificaciones, normas del Ministerio de salud, Ministerio del Ambiente y especificaciones por ingenieros especialistas. En este procedimiento, se mostrará la ubicación del condominio Anexo 8, para luego realizar la verificación de los cálculos del diseño actual de las instalaciones sanitarias, como se detalla a continuación:

El área de terreno es de 10,285.00 m² y considerando que el Condominio consta de 9 Edificios de vivienda, con un total de 180 departamentos; cuenta con 01 Cisterna de Agua de Consumo Doméstico para todo el condominio. Además, cada edificio consta de: 5 pisos y cada piso cuenta con 4 departamentos de 3 dormitorios y 2 baños completos. Para el abastecimiento de agua potable fría se utiliza un sistema indirecto por medio de una cisterna y un equipo de presurización con una tubería de alimentación de 2" de diámetro la cual alimentará a todos los departamentos del Edificio A. La conexión domiciliaria, ha sido calculada para abastecer todo el Edificio.

La cisterna actual es de 217.6 m³ de capacidad para el consumo doméstico de todo el condominio está equipada con 3 Electrobombas de Presión Constante y Velocidad Variable, con capacidad para un Q = 10 lps y HDT = 35 m cada uno. que suministrará el Agua a la red que abastece a los 09 Edificios de todo el condominio. Asimismo, en cada edificio se ha considerado un medidor de agua por departamento, ubicados en cada piso. Así mismo, para realizar los cálculos de los caudales del edificio A, se realiza mediante el método de Hunter, este cálculo se realizó como se muestra a continuación en la tabla 4.

3.5.1 Determinación de la Máxima Demanda Simultánea

Este cálculo se realizará mediante el método de Hunter que está estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones. El proyecto considera SS.HH. de uso privado para las unidades de Hunter como se muestra en la tabla 4

Tabla 4

Cálculo de caudal del edificio A

Aparatos Sanitarios	Unid. A.S x Unid. Hunt.	Total, Unid. Hunter
Inodoros	40 x 3 UH	120 UH
Lavatorios	40 x 1 UH	40 UH
Lavadero	40 x 3 UH	120 UH
Duchas	40 x 2 UH	80 UH
Lavadora	20 x 4 UH	80 UH
TOTAL		440 UH

Fuente propia

El total de las unidades Hunter nos da un resultado de 440 UH, según la tabla 4, con un caudal de **Q = 4.27 lps**. Al respecto, para un caudal de 4.27 lps, la tubería de alimentación de agua proveniente de la Cisterna hacia cada edificio será de 2" de diámetro. Así mismo, se realizó el cálculo del caudal para cada departamento, este se realiza mediante el método de Hunter que está estipulado en el R.N.E. El proyecto considera SS.HH. de uso privado para las unidades de Hunter.

Tabla 5*Cálculo de caudal por departamento*

Aparatos Sanitarios	Unid. A.S x Unid. Hunt.	Total Unid. Hunter
Inodoros	2 x 3 UH	6 UH
Lavatorios	2 x 1 UH	2 UH
Lavadero	2 x 3 UH	6 UH
Duchas	2 x 2 UH	4 UH
Lavadora	1 x 4 UH	4 UH
TOTAL		22 UH

Fuente propia

Para un total de 22 UH como se muestra en la tabla 5, tenemos un caudal de **Q = 0.58 Ips**, la tubería de alimentación de agua proveniente de los Micro medidores a cada departamento será de 1" de diámetro.

Parámetro de Diseño

A.- Velocidad del agua en la tubería

Deberá ser como mínimo 0.60 m/s para evitar sedimentación en las redes, se aceptarán velocidades inferiores en casos que la tubería trabaje como comunicante y la velocidad máxima definida por los diámetros a usar según la tabla 6

Tabla 6

Velocidad de agua para determinar las tuberías

Diámetro (pulg)	Velocidad Máxima (m/s)
1/2 "	1.90
3/4 "	2.20
1 "	2.48
1.1/4 "	2.85
1.1/2 " y mayores	3.00

Fuente: RNE. N-IS.010, 2.3

B.- Presión dinámica del agua potable en el punto de ingreso al SS.HH. o Ambiente Sanitario.

Para los SS. HH, los cuales emplean Inodoros con Tanque Bajo, se considerará una presión dinámica equivalente a 14 mca, la cual incluye las pérdidas de carga en las instalaciones interiores del S.H. y la presión de salida en el aparato más desfavorable.

Para el agua caliente cada departamento cuenta con 01 calentador eléctrico de 80 litros.

3.5.2 Cálculo de unidades de descarga – Desagüe

Para el sistema de Desagües según tabla 7 nos da un total de 460 unidades de gasto según el método Hunter el caudal es de **Q = 4.42 lps**, este sistema será a través de montantes que descargarán a cajas de Registro para luego ser conducidos hacia las cajas de Registro que pertenecen a la Red Colectora del Condominio y para el drenaje de lluvias como previsión se han dejado Sumideros de Ø2” en el Techo.

Tabla 7

Caudal de descarga del sistema convencional

Aparatos Sanitarios	Unid. A.S x Unid. Hunt.	Total Unid. Hunter
Inodoros	40 x 4 UD	160 UD
Lavatorios	40 x 2 UD	80 UD
Lavadero	40 x 2 UD	80 UD
Duchas	40 x 2 UD	80 UD
Lavadora	20 x 3 UD	60 UD
	TOTAL	460 UD

Fuente propia

A continuación, realizaremos el cálculo para el rediseño del sistema de reutilización de aguas grises, tales como la dotación de agua, sistema de almacenamiento, sistema de bombeo de agua grises y la evacuación de los efluentes previstos además del cálculo de la cisterna para el almacenamiento de las aguas grises, para este diseño se toma como referencia al reglamento Nacional de Edificaciones, Norma IS-010.

3.5.3 Determinación de la Máxima Demanda Simultánea - Agua potable

Este cálculo se realizará mediante el método de Hunter que estipulado en el R.N.E. El proyecto considera SS.HH. de uso privado para las unidades de Hunter.

Tabla 8

Cálculo de caudal del edificio A (método Hunter)

Aparatos Sanitarios	Unid. A.S x Unid. Hunt.	Total Unid. Hunter
Lavatorios	40 x 1 UH	40 UH
Lavadero	40 x 3 UH	120 UH
Duchas	40 x 2 UH	80 UH
Lavadora	20 x 4 UH	80 UH
TOTAL		320 UH

Fuente propia

Según la tabla 8 del método Hunter para un total de 320 UH el caudal es igual a **Q= 3.37 lps** y para un caudal de 3.37 lps, la tubería de alimentación de agua proveniente de la Cisterna hacia cada edificio será de Ø2" de diámetro.

Para cada departamento:

Tabla 9

Cálculo de caudal por departamento

Aparatos Sanitarios	Unid. A.S x Unid. Hunt.	Total Unid. Hunter
Lavatorios	2 x 1 UH	2 UH
Lavadero	2 x 3 UH	6 UH
Duchas	2 x 2 UH	4 UH
Lavadora	1 x 4 UH	4 UH
TOTAL		16 UH

Fuente propia

Según la tabla 9, por el método Hunter nos da un total de 16 UH donde el caudal es igual a **Q= 0.46 lps** y para un caudal de 0.46 lps, la tubería de alimentación de agua proveniente de los micro medidores a cada departamento será de Ø 3/4".

Parámetro de Diseño

A.- Velocidad del agua en la tubería

Deberá ser como mínimo 0.60 m/s para evitar sedimentación en las redes, se aceptarán velocidades inferiores en casos que la tubería trabaje como comunicante y la velocidad máxima definida por los diámetros a usar según el cuadro siguiente:

Tabla 10

Velocidad de agua para determinar las tuberías

Diámetro (pulg.)	Velocidad Máxima (m/s)
1/2 "	1.90
3/4 "	2.20
1	2.48
1.1/4 "	2.85
1.1/2 " y mayores	3.00

Fuente: RNE. N-IS.010, 2.3

B.- Presión dinámica del agua potable en el punto de ingreso al SS.HH. o Ambiente Sanitario.

Para los SS.HH, los cuales emplean Inodoros con Tanque Bajo, se considerará una presión dinámica equivalente a 14 mca, la cual incluye las pérdidas de carga en las instalaciones interiores del S.H. y la presión de salida en el aparato más desfavorable y para agua caliente igual que el diseño convencional cada departamento contará con 01 calentador eléctrico de 80 litros.

3.5.4 Determinación de la Máxima Demanda Simultánea - Aguas grises

Este cálculo se realizará mediante el método de Hunter que estipulado en el R.N.E. El proyecto considera SS.HH. de uso privado para las unidades de Hunter.

Tabla 11

Cálculo de caudal de inodoro

Aparatos Sanitarios	Unid. A.S x Unid. Hunt.	Total Unid. Hunter
Inodoros	40 x 3 UH	120 UH
TOTAL		120 UH

Fuente propia

Según la tabla 11 el caudal de inodoro para un total de 16 UH el caudal es igual a **Q= 1.83 lps** y para un caudal de 1.83 lps, la tubería de alimentación de agua proveniente de la Cisterna hacia cada edificio será de $\varnothing 1.1/2"$.

Para cada departamento:

Tabla 12

Cálculo de caudal de inodoro por departamento

Aparatos Sanitarios	Unid. A.S x Unid. Hunt.	Total Unid. Hunter
Inodoros	2 x 3 UH	6 UH
TOTAL		6 UH

Fuente propia

Según la tabla 12, del caudal del inodoro por departamento nos da total de 6 UH, siendo el caudal igual a **Q= 0.25 lps** y para un caudal de 0.25 lps, la tubería de alimentación de agua para los inodoros en cada departamento será de Ø1/2”.

Se realizará el cálculo de las aguas grises que se captarán para determinar el volumen de la cisterna donde serán almacenadas y luego tratadas, para ser impulsadas mediante el sistema de bombeo hacia los tanques de inodoros de cada departamento. El abastecimiento de aguas grises se ha considerado a partir de 01 Cisterna de V=10.30 m³, la cual alimentará a todos los inodoros de los departamentos del Edificio A. La conexión domiciliaria de Ø2”, ha sido calculada para abastecer todo el Edificio, tal como se detalla a continuación:

3.5.5 Cálculo de cisterna para almacenamiento de aguas grises

a) Cálculo de caudal de bombeo de cisterna de aguas grises (Qi):

El caudal de ingreso a la cisterna de aguas grises será el equivalente al caudal de descarga de los aparatos sanitarios.

Unidades de descarga:

Tabla 13

Caudal de descarga de los aparatos sanitarios ducha y lavamanos

Aparatos Sanitarios	Und. A.S x Und. Hunt.	Total Und. Hunter
Lavatorios	40 x 2 UD	80 UD
Duchas	40 x 2 UD	80 UD
TOTAL		160 UD

Fuente propia

Según la tabla13 de las descargas de los aparatos sanitarios de ducha y lavamanos nos da un total de 160 UD el cual el caudal es igual a **Q= 2.14 lps**.

Entonces $Q_p = 2.14$ lps

Q_p = Caudal de ingreso (llegada a la cisterna de aguas grises) en lps

$$Q_p = Q_i = 2.14 \text{ lps}$$

Q_b = Caudal de bombeo en lps.

Se debe considerar un caudal de bombeo de 1.5 del caudal de ingreso a la cisterna. Para nuestro caso.

$$Q_b = 1.5 Q_p = 1.5 \times 2.14 \text{ lps} = 3.21 \text{ lps.}$$

Entonces, el Caudal de Bombeo de la Cisterna de Aguas Grises es de 3.21 lps.

b) Cálculo del volumen de la cisterna de aguas grises

Uno de los criterios más aceptados es el que tiene en consideración los tiempos y caudales de ingreso y de bombeo de acuerdo a la siguiente relación:

$$V_c = \frac{T_t \times (Q_b - Q_p) \times Q_p}{Q_b}$$

Donde:

V_c = Volumen útil de la Cámara de Desagüe (lts)

T_t = Tiempo total en segundos = Tiempo de llenado en

Segundos + el tiempo de vaciado en segundos.

Para optimizar el funcionamiento se considera un tiempo de llenado de 4 horas o 240 minutos.

$$Q_p = 2.14 \text{ lps}$$

$$Q_b = 3.21 \text{ lps}$$

Resumiendo:

$$V_c = \frac{T_t \times (Q_b - Q_p) \times Q_p}{Q_b}$$

$$T_t = 240 \text{ minutos} \times 60 = 14,400 \text{ seg}$$

$$Q_p = 2.14 \text{ lps}$$

$$Q_b = 1.5 \times 2.14 \text{ lps} = 3.21 \text{ lps}$$

Reemplazando valores:

$$V_c = \frac{14,400 \times (3.21 - 2.14) \times 2.14}{3.21} = 10,272 \text{ litros}$$

De acuerdo a cálculos el volumen de la cisterna de aguas grises es de 10.30 m³; teniendo en consideración las facilidades para su mantenimiento.

c) Cálculo de altura dinámica total (HDT)

Empleando la siguiente fórmula:

$$HDT = H_g + H_{ft} + P_s$$

Dónde:

H_g: altura medida desde la bomba a la tubería o colector horizontal

H_{ft}: pérdida de carga total (tubería y accesorio)

P_s: presión de salida (14.00 mca. de acuerdo al R.N.E)

Reemplazando valores:

$$HDT = 13.15 \text{ m.c.a} + 2.72 \text{ m.c.a} + 14.00 \text{ m.c.a}$$

$$HDT = 29.87 \text{ m.c.a} = 30.00 \text{ mts.}$$

d) Cálculo de la potencia hidráulica

Sabemos que:

$$\frac{Q_b \times HDT}{75 \times \text{efic. HPot. H}}$$

De acuerdo a catálogo de bombas, tenemos que: Eficiencia = 60% = 0.60
Luego; con la fórmula para el cálculo de la potencia tendremos una Potencia Hidráulica estimada para cada bomba de: 2.14 H.P. Aproximadamente; Se proyecta electrobombas de presión constante y velocidad variable de 2.50 HP

e) Características del equipamiento de la cámara de bombeo para el sistema

Tabla 14

Equipamiento para la cámara de bombeo del sistema.

Parámetro	Valor	Unidad
Caudal (Q)	3.21	Lts/seg.
Altura dinámica total (HDT)	30	m
Potencia de bomba	2.5	Hp
Nº de Unidades	02	Und.

Parámetro	Valor	Unidad
Succión (Ø)	2.1/2	Pulg.
Manifold de Succión (Ø)	2.1/2	Pulg.
Impulsión (Ø)	2	Pulg.
Manifold de impulsión (Ø)	2	Pulg.
Número de revoluciones (n)	3450	Rpm.

Fuente propia

La cisterna de Aguas Grises para el Edificio A estará equipada con 2 electrobombas de presión constante y velocidad variable, que impulsarán el agua a la red que abastecerá los inodoros en cada piso y para el riego de jardines o áreas verdes. Las aguas grises son captadas de los lavatorios y duchas de todo el edificio las cuales son almacenadas en la cisterna de **V=10.30 m³**. No se consideran lavaderos de cocina, de lavandería y lavadoras por el alto contenido de grasas y detergentes.

Para el Desagüe este sistema contará con 02 redes (01 para Aguas Grises y 01 para Desagüe) y serán a través de Montantes que descargarán a cajas de Registro; las redes exclusivas de los Inodoros serán conducidos hacia las cajas de Registro que pertenecen a la Red Colectora del Condominio y la red de aguas grises serán conducidos hacia la Cisterna de Almacenamiento. Asimismo, como previsión se han dejado Sumideros de Ø2" para drenaje de lluvias en el Techo.

f) Cálculo de unidades de descarga

Este cálculo se realiza mediante el método de unidades de descarga estipulado en R.N.E. (Norma IS-010) de acuerdo al tipo de aparato:

Tabla 15

Calculo de descarga de aparatos sanitario Inodoro, lavaderos y lavadora

Aparatos Sanitarios	Unid. A.S x Unid. Hunt.	Total Unid. Hunter
Inodoro	40 x 4 UD	160 UD
Lavaderos	40 x 2 UD	80 UD
Lavadoras	20 x 3 UD	60 UD
TOTAL		300 UD

Fuente propia

Según la tabla 15 de las descargas de los aparatos sanitarios de Inodoro, lavaderos y lavadora nos da un total de 300 UD el cual el caudal es igual a $Q = 3.32$ Ips.

Por otro lado, para el tratamiento de aguas grises se presenta las concentraciones para los parámetros de calidad de agua residuales crudas domésticas combinadas (todos los efluentes) tal como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16

Concentraciones de parámetros de calidad de agua residuales

Parámetro	Und	Concentración	Parámetro	Und	Concentración
Aluminio	mg/L	0.01 - 0.5	Alcalinidad total	mg/L	12 - 35
Arsénico	mg/L	<0.01	Sólidos totales	mg/L	20 - 126
Plomo	mg/L	1.0 - 1.31	Sólidos suspendidos totales	mg/L	25 - 183
Bario	mg/L	< 1	Sólidos suspendidos volátiles	mg/L	28 - 87
Hierro	mg/L	0.1 - 0.4	Conductividad	hS/cm	82 - 1845
Calcio	mg/L	0.1 - 1.4	Fosforo total	mg/L	0.1 - 2.0
Cadmio	mg/L	< 0.03	Sulfatos	mg/L	83 - 160
Cromo Total	mg/L	<0:05	Cloruros	mg/L	20 - 30
Plata	mg/L	<0:05	pH(Potencial de hidrogeno)	mg/L	6.3 - 8.1
Molibdeno	mg/L	0.2 - 0.5	NTK	mg/L	1.7 - 34.3
Cobre	mg/L	0.01 - 0.5	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	47 - 466
Níquel	mg/L	<0:05	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	100 - 700
Manganeso	mg/L	0.01 - 0.5	Grasas y aceites (FOG)	mg/L	7 - 230
Sodio	mg/L	68 - 93	Coliformes fecales	CFU/ 100ml	0.1 - 1.5 x 10 ⁸
Potasio	mg/L	0.8 - 3	Coliformes totales	CFU/ 100ml	56 - 8.03 x 10 ⁷
Magnesio	mg/L	0.4 - 5.0	Escherichia coli	CFU/ 100ml	0 - 2.51 x 10 ⁷
Zinc	mg/L	0.1 - 0.5	Surfactantes (Sustancias activas al azul de Metileno - MBAs)	mg/L	45 - 170
Turbidez	NTU	29 - 375			

3.6. Método de análisis de datos

Los datos de este proyecto de investigación se llevarán a cabo a través de recolección de datos y se utilizará el programa Excel, la cual nos va permitir el desarrollo de nuestra base de datos para ser presentados a través diagramas, cuadros estadísticos. Asimismo, calculará la demanda máxima simultánea de agua fría , la dotación del agua caliente de la instalación actual según el método Hunter,

Asimismo se realizará el cálculo para el rediseño del sistema de reutilización de aguas grises siguiendo los parámetros de diseño del sistema de agua y desagüe, respetando las normativas del RNE las normas del ministerio de salud, requisitos del ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, asimismo del reglamento de elaboración de proyecto de agua potable y alcantarillado (Sedapal). La calidad de agua, deberá satisfacer los valores máximos admisibles establecidos por el MINAM en el decreto supremo N° 004-17, para ello se realizará el análisis físico, químico y biológico en dos tiempos. Además, la presentación de los resultados se presentará a través de cuadros, tablas técnicas y gráficos que permitan una interpretación rápida para la obtención de las conclusiones.

3.7. Aspectos Éticos

Uno de los aspectos éticos fundamentales es que todos los autores utilizados estén referenciados respetando sus ideas y conceptos a través de parafraseo y síntesis. Debemos respetar estrictamente los datos identificados en el trabajo de campo. Asimismo, el proceso de validación de la información presentada en la investigación se realiza utilizando la herramienta Turnitin, como se evidencia en el Anexo 17. Así mismo, se respetó el código de ética del Colegio de Ingenieros del Perú (CIP), donde se establece que el código de ética define los criterios y conceptos que se deben tomar como guía para la conducta profesional de un ingeniero elevando los fines profesionales que ejercen. Este en el marco de este código donde norma el actuar profesional y particular del ingeniero, logrando que esta función sea realizada dentro del campo de valores y principios que el CIP respalda.

IV. RESULTADOS

4.1. Implementación de modelo a escala con filtros de lentos de arena, alumbre y carbón vegetal

Para el diseño del tratamiento de las aguas grises, se realizó por medio de filtro lento de arena, con distintos agregados para poder determinar cuál es el filtro adecuado para este tipo de reutilización, en este caso (uso de inodoro y riego).

4.1.1 Modelo a escala del departamento 3 del primer piso del edificio A

A fin de realizar el correcto análisis de aguas grises se diseñó e implementó un prototipo de sistema de reutilización. Para este diseño se tomó como referencia el departamento N° 3 del primer piso del Edificio A, (tal como se muestra en las figuras 2, 3 y 4). Este prototipo consistió en dos lavamanos, dos duchas, una poza sedimentador, un filtro lento de arena con alumbre, un filtro lento de arena con carbón vegetal, una cisterna de agua tratada, tuberías de agua y tuberías de desagüe.



Figura 2: Prototipo de ducha y lavamanos.



Figura 3: Poza sedimentador



Figura 4: Conducción del agua hacia los filtros

4.1.2 Filtro lento de arena con alumbre

Para el prototipo del primer filtro se consideró una dimensión de 0.40x0.40x0.90 (ancho, largo y alto respectivamente) y los materiales que se utilizaron fueron: piedra de canto rodado, gravilla, arena gruesa, arena fina, Alumbre, esponja carbonatada como se muestra en la figura 5.



Figura 5: Prototipo de filtro lento de arena con carbón vegetal y sus dimensiones por capa de material

4.1.3 Filtro lento de arena con carbón vegetal

Para el segundo filtro se utilizarán los materiales mencionados a continuación: piedra de canto rodado, gravilla, arena gruesa, arena fina, carbón vegetal, piedra chancada, esponja carbonatada como se muestra en la figura 6.

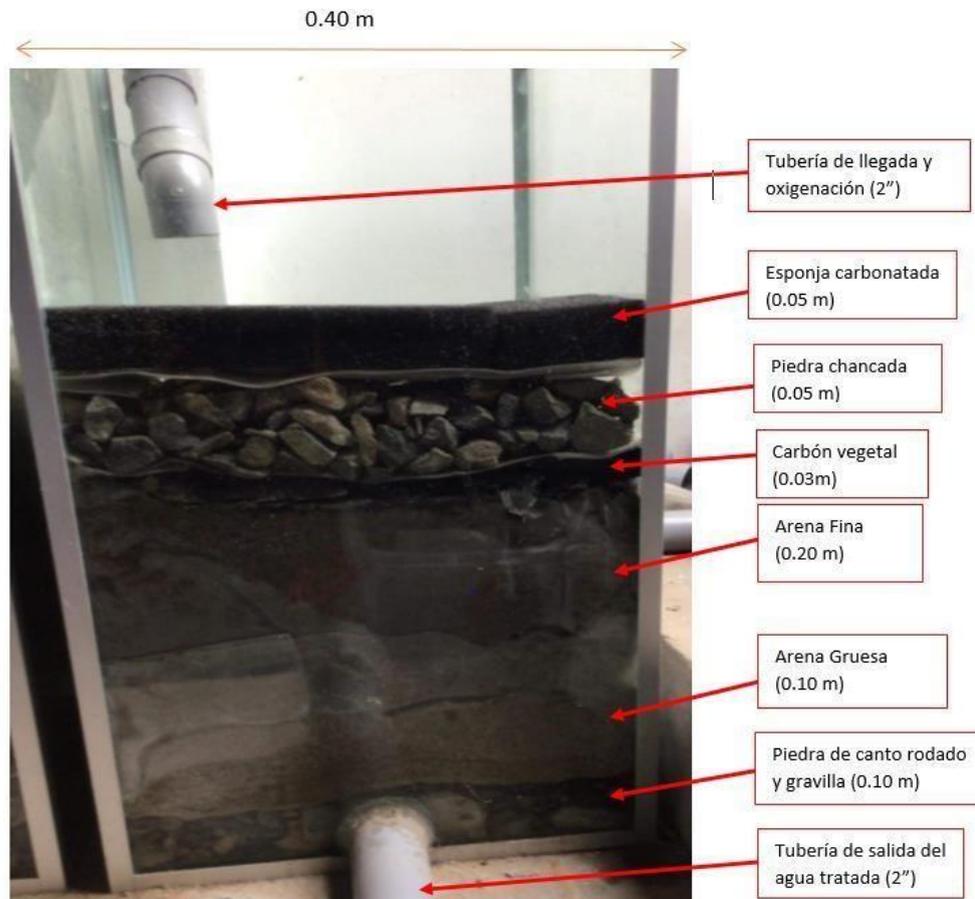


Figura 6: Prototipo de filtro lento de arena con carbón vegetal y sus dimensiones por capa de material

Los filtros se calcularon de manera que tenga la capacidad para filtrar el agua captada de los aparatos sanitarios con una dimensión de: 0.40x0.40x0.90 (ancho, largo y alto respectivamente). Asimismo, después de ser tratadas mediante el filtro lento de arena las aguas grises son almacenadas para luego ser recirculadas bombeándolas hacia los aparatos sanitarios como el inodoro y el uso de riego.

4.1.4 Toma de muestras y resultados de laboratorio

La toma de muestra se realizó para las dos cisternas de agua tratada (ver figura 7, 8 y 9), los parámetros analizados fueron: conductividad, sólidos disueltos totales, turbidez, pH, temperatura, cloro residual libre, coliformes totales, coliformes termo tolerantes.



Figura 7: Medición de pH



Figura 8: Medición de temperatura



Figura 9: Muestra para análisis de turbidez

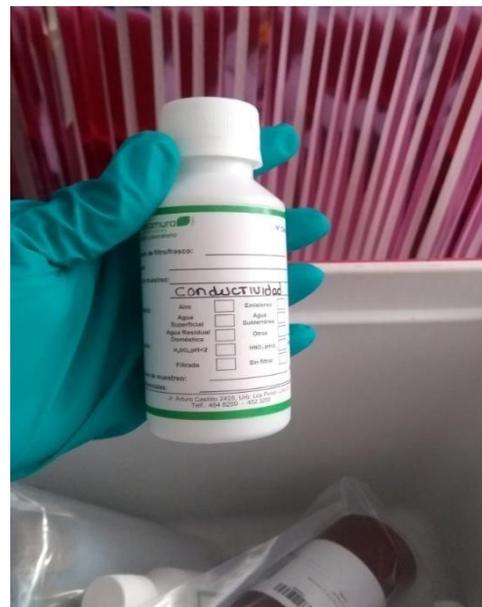


Figura10: Muestra para análisis de conductividad

Luego de los análisis realizados en el laboratorio se encontró los siguientes resultados:

Para el Filtro lento de arena con alumbre que está compuesto por grava, gravilla, arena gruesa, arena fina, alumbre y piedra chancada este análisis se realiza en las aguas captadas de la ducha y lavamanos y otra después de ser tratadas mediante el filtro lento de arena y alumbre, tal como se ve en la tabla 17.

Tabla 17*Análisis de aguas grises del filtro lento de arena con alumbre*

Parámetros	Aguas grises		
	Unidad	Pre prueba	Post prueba
Conductividad	Ms	621	8420
Sólidos disueltos totales	Mg/L	1200	280
Turbidez	NTU	5	0.1
PH		6	7
Temperatura	°C	20.1	19.6
Cloro residual libre	mg/l	0.10	<0.10
Coliformes totales	UFC/100ml a 35°C	<1.8	490
Coliformes termo tolerantes	NMP/100mL	240	2800

Fuente propia

Para el filtro lento de arena con carbón vegetal que está compuesto por grava, gravilla, arena gruesa, arena fina, carbón vegetal y piedra chancada, este tratamiento también se realizó de las aguas captadas de la ducha y lavamanos y otra después de ser tratadas mediante el filtro lento de arena y carbón vegetal, tal como se muestra en la tabla 18.

Tabla 18*Análisis de aguas grises del filtro lento de arena con carbón activo*

Parámetros	Aguas grises		
	Unidad	Pre prueba	Post prueba
Conductividad	Ms	621	965
Sólidos disueltos totales	Mg/L	1200	920
Turbidez	NTU	5	0.05
PH		6	6
Temperatura	°C	20.1	20.6
Cloro residual libre	mg/l	0.10	<0.10
Coliformes totales	UFC/100ml a 35°C	<1.8	790
Coliformes termo tolerantes	NMP/100mL	240	22000

Fuente propia

4.2. Variaciones de los parámetros hidráulicos ante la implementación del sistema de reutilización de aguas grises

Durante el análisis e implementación del modelo a escala se encontró la variación de los siguientes parámetros Hidráulicos:

4.2.1 Caudal

Inicialmente para los 40 departamentos que comprenden el edificio A el sistema convencional requería de un caudal de 4.27 lps, considerando el uso de todos los aparatos tal como se muestra en la siguiente tabla 19:

Tabla 19

Caudal total del edificio A

Aparato Sanitario	Unid de A.S x Unid. H	Total De Unid. Hunter
Inodoros	40 x 3 UH	120 UH
Lavatorios	40 x 1 UH	40 UH
Lavadero	40 x 3 UH	120 UH
Duchas	40 x 2 UH	80 UH
Lavadora	20 x 4 UH	80 UH
TOTAL		440 UH

Fuente propia 1

Para 440 UH según tabla Hunter nos da un caudal igual a: $Q = 4.27$ lps

En contraste, luego del análisis realizado con el rediseño de la infraestructura sanitaria se ha encontrado que el caudal requerido fue 3.37 lps, tal como se ve en la tabla 20. En ese sentido encontramos una variación de consumo del 21.08 % respecto al consumo inicial.

Tabla 20

Caudal para el rediseño de la infraestructura sanitaria.

Aparato Sanitario	Unid de A.S x Unid. H	Total De Unid. Hunter
Lavatorios	40 x 1 UH	40 UH
Lavadero	40 x 3 UH	120 UH
Duchas	40 x 2 UH	80 UH
Lavadora	20 x 4 UH	80 UH
	TOTAL	320 UH

Para 320 UH según tabla 20, para el rediseño nos da un caudal igual a $Q = 3.37$ lps

Adicionalmente se realizó el cálculo del caudal por departamento para el edificio A, considerando el diseño convencional tal como se muestra en la tabla 21. En esta tabla podemos ver que el caudal requerido por departamento era de 0.58 lps

Tabla 21

Caudal convencional por departamento

Aparato Sanitario	Und de A.S x Unid. H	Total, de Und. Hunter
Inodoros	2 x 3 UH	6 UH
Lavatorios	2 x 1 UH	2 UH
Lavadero	2 x 3 UH	6 UH
Duchas	2 x 2 UH	4 UH
Lavadora	1 x 4 UH	4 UH
	TOTAL	22 UH

Fuente propia

Para la cantidad de 22 UH según tabla Hunter nos da un caudal igual a $Q = 0.58$ lps. Luego del análisis por departamento del Edificio A, incluyendo el rediseño del sistema se encontró que el caudal requerido era de 0.46 lps, lo cual evidencia una variación del 20.69% respecto al sistema convencional, tal como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22

Caudal por departamento con el sistema

Aparato Sanitario	Und. de A.S x Und. H	Total de Und. Hunter
Lavatorios	2 x 1 UH	2 UH
Lavadero	2 x 3 UH	6 UH
Duchas	2 x 2 UH	4 UH
Lavadora	1 x 4 UH	4 UH
TOTAL	16 UH	→ Q= 0.46 Ips

Fuente propia

En resumen, luego de los cálculos realizados se presenta en promedio un ahorro aproximadamente del 21% del caudal requerido inicialmente.

4.2.2 Líneas de conducción

El sistema convencional se encontraba diseñado considerando una tubería de 2" de diámetro para la línea de conducción de abastecimiento de agua que ingresa desde la cisterna que es abastecida por la red pública. tal como se muestra en la figura 11.

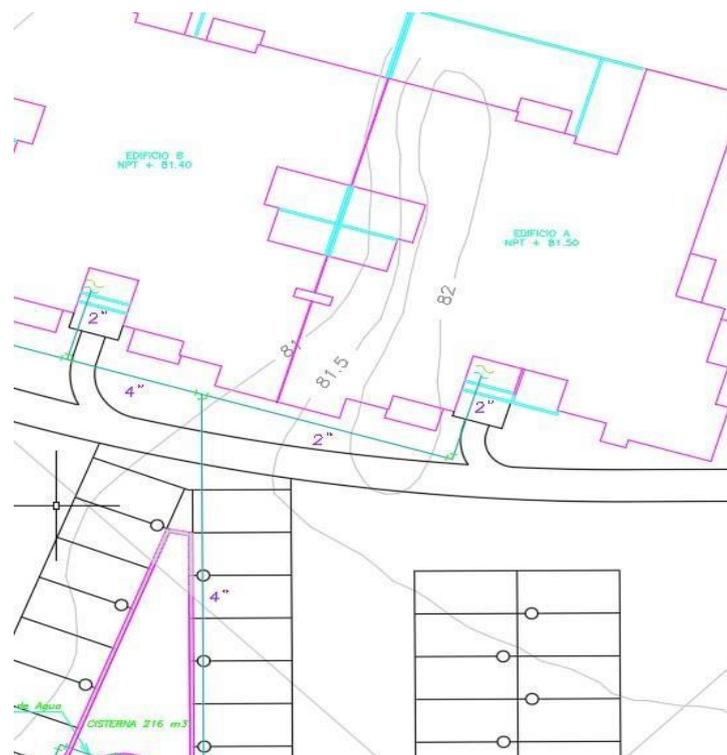


Figura 11 Edificio A tubería de abastecimiento de 2 " de diámetro

Por otro lado, luego de los cálculos realizados considerando el rediseño se estimó que la tubería de las líneas de conducción del abastecimiento de agua para el interior de los departamentos puede ser reemplazada por tuberías de $\frac{3}{4}$ " de diámetro. En ese sentido la variación en las líneas de conducción para el rediseño del sistema se encuentra en el diámetro de tubería utilizado al interior de los departamentos, ya que, el diámetro inicial del sistema convencional en las líneas de conducción era de 2" de diámetro y para el rediseño se utilizó una tubería $\frac{3}{4}$ " de diámetro para las líneas de conducción. Esto es debido a que se ha reducido el caudal de ingreso para el abastecimiento de agua. Además, se debe tener en cuenta que dicha reducción de abastecimiento se encuentra vinculada a la ausencia de los inodoros en este sistema.

4.2.3 Almacenamiento

Como parte del rediseño se ha considerado implementar un sistema para el tratamiento, almacenamiento y abastecimiento de aguas grises. Este sistema se encuentra compuesto por:

- Poza sedimentador, que servirá para decantación de las partículas sólidas previo al ingreso del agua hacia el filtro.
- Filtro lento de arena, este componente sirve para retener las partículas más pequeñas del sedimento para luego ser almacenada en la cisterna.
- Cisterna de almacenamiento, donde se almacenará el agua tratada para luego ser impulsada por medio de un sistema de bombeo.
- Sistema de bombeo, este sistema sirve para la impulsión del agua tratada hacia los tanques de los inodoros.

En ese sentido la variación del sistema convencional con el rediseño de la infraestructura sanitaria consiste en la implementación de la Poza sedimentador, filtro lento de arena, cisterna de almacenamiento, sistema de bombeo.

a. Descarga

El caudal de descargas del diseño convencional será el equivalente de todos los aparatos sanitarios encontrados en el edificio Así como se ve en la tabla 23.

Tabla 23*Caudal de descarga del sistema convencional*

Aparato Sanitario	Unid de A.S x Unid. H	Total De Unid. Hunter
Inodoros	40 x 4 UD	160 UD
Lavatorios	40 x 2 UD	80 UD
Lavadero	40 x 2 UD	80 UD
Duchas	40 x 2 UD	80 UD
Lavadora	20 x 3 UD	60 UD
TOTAL		460 UD → Q = 4.42 Ips

Fuente propia

Por otro lado, el caudal de descarga para el rediseño del sistema de la infraestructura sanitaria es equivalente a los aparatos sanitarios así como se detallan en la tabla 24.

Tabla 24*Caudal de descarga del rediseño de la infraestructura sanitaria*

Aparato Sanitario	Unid de A.S x Unid. H	Total De Unid. Hunter
Inodoro	40 x 4 UD	160 UD
Lavaderos	40 x 2 UD	80 UD
Lavadoras	20 x 3 UD	60 UD
TOTAL		300 UD → Q= 3.32 Ips

Fuente propia

En ese sentido, encontramos una variación de 24.89% del caudal de descarga del rediseño con respecto a la descarga del sistema convencional.

4.3. Tratamiento óptimo para las aguas grises del sistema de reutilización.

Para verificar el tratamiento óptimo se realizó, se diseñó y se implementó dos prototipos de sistema de reutilización, utilizando dos filtros, el primero está compuesto por grava, arena gruesa, arena fina y alumbre y piedra chancada, el segundo está compuesto por grava, arena gruesa, arena fina y carbón vegetal. Luego de la utilización de los aparatos sanitarios, la captación del agua y su paso por los filtros se realizó el análisis de las aguas grises. Los resultados de estos análisis se presentan en el Anexo 12.

En los análisis realizados se muestra las características físicas, químicas y biológicas conseguidas con el tratamiento de las aguas grises. Así mismo para determinar la calidad de agua nos basamos en los resultados de los análisis mediante la modalidad de una pre-prueba ó agua gris sin tratamiento y un post-prueba o agua gris tratada, tal como se ve en la tabla 25.

Tabla 25

Valores de los parámetros de los análisis de agua grises

Parámetro	Unidad de medida	Agua sin tratamiento	Filtro lento de arena	
			Con alumbre	Con carbón
Conductividad	Ms	621	8420	965
Sólidos disueltos totales	Mg/L	1200	280	920
Turbidez	NTU	5	0.1	0.05
Ph		6	7	6
Temperatura	°C	20.1	19.6	20.6
Cloro residual libre	mg/l	0.10	<0.10	<0.10
Coliformes totales	UFC/100ml a 35°C	<1.8	490	790
Coliformes tolerantes	termo NMP/100mL	240	2800	22000

Fuente propia

De estos resultados se verifica que para el caso del filtro con alumbre se tiene menor concentración de Turbidez (0.1NTU) y Coliformes totales (0 NMP/100mL), en comparación del filtro lento con carbón que presenta una concentración de Turbidez (0.5 NTU) y Coliformes totales (0 NMP/100mL), donde el resultado de contrastación nos arroja que el tratamiento más óptimo para este sistema es el filtro lento de arena con Alumbre.

4.4. Análisis costo-beneficio de la implementación del sistema de reutilización de aguas grises

Para realizar el análisis costo beneficio se elaboró el presupuesto del rediseño implementando el sistema de reutilización de aguas grises, así como se muestra en la tabla 26

Tabla 26*Presupuesto de implementación del sistema de reutilización de aguas grises*

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
OE.1.0	APARATOS SANITARIOS Y ACCESORIOS				
OE.1.2	Suministro de Accesorios				
OE.1.2.1	cemento PVC /CPVC regular 8 oz dorado	und	80.00	20.00	1,600.00
OE.1.2.2	cinta teflón	und	40.00	5.68	227.29
OE.1.3	Instalación de Aparatos Sanitarios				
OE.2.0	SISTEMA DE AGUA FRIA				
OE.2.1	Salidas de Agua gris				
OE.2.1.1	Salidas de agua fría tubería PVC 1/2"	und	40.00	30.00	1,200.00
OE.2.2	Red de Distribución				
OE.2.2.1	Tubería PVC clase 10 p/agua fria D= 3/4"	m	40.18	39.68	1,594.47
OE.2.2.2	Tubería PVC clase 10 p/agua fria D=1 1/2"	m	40.00	26.78	1,071.33
OE.2.2.3	Tubería PVC clase 10 p/agua fria D= 1/2"	m	40.00	22.00	880.00
OE.2.3	Accesorios de Redes de Agua Fría				
OE.2.3.1	Te PVC 3/4"	und	20.00	5.00	100.00
OE.2.3.2	Codo 90º PVC 3/4"	und	20.00	5.00	100.00
OE.2.3.3	Codo 90º PVC 1/2"	und	20.00	5.00	100.00
OE.2.3.4	Reducción PVC 3/4" x 1/2"	und	20.00	5.00	100.00
OE.2.4	Válvulas				
OE.2.4.1	Válvula tipo compuerta esférica (125 lbs/plg ² de presión)	und	15.00	31.78	476.75
OE.2.4.2	Válvula tipo check	und	20.00	200.00	4,000.00
OE.2.5	Almacenamiento de agua				
OE.2.5.1	Tanque cisterna 4.75 m3	Glb	1.00	600.00	600.00
OE.2.5.2	Tanque cisterna 4.75 m4	Glb	1.00	600.00	600.00
OE.2.5.3	Tanque cisterna 4.75 m5	Glb	1.00	600.00	600.00
OE.4.0	DESAGÜE Y VENTILACIÓN				
OE.4.1	Salidas de Desagüe				
OE.4.1.1	Trampa de Lavatorio baño	pto	40.00	10.00	400.00
OE.4.1.2	Trampa de ducha	pto	40.00	20.00	800.00
OE.4.1.3	Trampa de la cisterna	pto	1.00	30.00	30.00
OE.4.1.4	Salida de ventilación 2"	pto	3.00	22.26	66.77
OE.4.2.	Red de Derivación				
OE.4.2.1	Tubería ventilación PVC 2"	m	61.00	20.00	1,220.00
OE.4.3	Cámaras De Inspección				
OE.4.3.1	cajas de registro con tapa de 12" x 24"	und	2.00	92.03	184.05
OE.5.0	FILTRO DE ARENA LENTO- ALUMBRE				
OE.5.1	Grava	m3	0.10	50.00	5.00
OE.5.2	Gravilla	m3	0.15	50.00	7.50

Ítem	Descripción	Und.	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
OE.5.3	Arena Gruesa	m3	0.50	50.00	25.00
OE.5.4	Arena Fina	m3	0.10	50.00	5.00
OE.5.5	Piedra chancada	m3	0.15	50.00	7.50
OE.5.6	Alumbre	kg	0.10	30.00	3.00
OE.5.7	malla impermeable	m	0.40	20.00	8.00
OE.5.8	Esponja Carbonatada	unid	1.00	80.00	80.00
OE.5.9	bomba hp	und	2.00	1,000.00	2,000.00
OE.6.0	SUMINISTRO	und			
OE.6.1	Obras civiles de construcción	und	20.00	3,000.00	60,000.00
	COSTO DIRECTO				78,091.66
	Sub Total				78,091.66
	IGV	18.00%			14,056.50
	TOTAL PRESUPUESTO				S/92,148.16

Costo de mantenimiento del sistema de reutilización:

Para el costo del mantenimiento del sistema de reutilización de aguas grises asciende a 1400 soles este se realizará anualmente y para el análisis de agua cada 6 meses con una inversión de 300 soles tal como se detalla en la tabla 27

Tabla 27

Costo de mantenimiento del sistema de reutilización

Mantenimiento del sistema	Unidades	Periodo	P. U	Parcial
Mantenimiento del filtro	anual	1	1,000.00	1000.00
Análisis de agua	mensual	12	300.00	3600.00
Mano obra	anual	1	400.00	400.00
Total				S/5,000.00

Fuente propia

Consumo mensual del agua con el sistema convencional

El consumo del costo del agua para el condominio con el sistema convencional es de 200 así como se detalla en la tabla 28

Tabla 28*Costo de consumo con sistema convencional*

COSTOS DE CONSUMO CON SISTEMA CONVENCIONAL	MENSUAL POR DEPARTAMENTO (S/.)	ANUAL POR DEPARTAMENTO (S/.)	MENSUAL POR EDIFICIO (S/.)	ANUAL POR EDIFICIO (S/.)
costo de consumo de agua (incluye costo de riego)	200.00	2,400.00	4,000.00	80,000.00

*Fuente propia***Consumo mensual del agua con el sistema de reutilización**

El consumo de agua con el sistema de reutilización de aguas grises disminuye a 158.00 soles tal como se detalla en la tabla 29

Tabla 29*Costo de consumo con el sistema de Reutilización de aguas grises*

COSTOS DE CONSUMO CON SISTEMA DE REUTILIZACIÓN	MENSUAL POR DEPARTAMENTO (S/.)	ANUAL POR DEPARTAMENTO (S/.)	MENSUAL POR EDIFICIO (S/.)	ANUAL POR EDIFICIO (S/.)
costo de consumo de agua	158.00	1,896.00	3,160.00	63,200.00

*Fuente propia***Estimación de costo y beneficio**

En la estimación del costo y beneficio se puede inferir que hay un ahorro en el consumo agua potable como se muestra en la tabla 30

Tabla 30*Ahorro mensual en el costo de agua*

AHORRO MENSUAL	MENSUAL POR DEPARTAMENTO (S/.)	ANUAL POR DEPARTAMENTO (S/.)	MENSUAL POR EDIFICIO (S/.)	ANUAL POR EDIFICIO (S/.)
costo de consumo de agua	42.00	504.00	840.00	16,800.00

Fuente propia

Tiempo de recuperación de la inversión para el sistema de reutilización de agua grises

El tiempo de recuperación de la inversión para la implementación de aguas grises en el condominio es de aproximadamente 5 años tal como se detalla en la tabla 31

Tabla 31

Tiempo de recuperación de la inversión del sistema

TIEMPO DE RECUPERACIÓN DE INVERSIÓN	Valor	Unidades
Costo de inversión del proyecto	S/64,524.00	Soles
Costo de mantenimiento anual (5 años)	20,000.00	Soles
Costo de ahorro anual	16,800.00	Soles/año
Tiempo de recuperación	5.00	Años

VI. DISCUSIÓN

Si bien es cierto, existen una amplia gama de soluciones, con mayor y menor tecnología, para la reutilización de aguas. Para las edificaciones domiciliarias la implementación de un sistema de tratamiento de aguas grises, es factible, tal como lo demuestra Burbano (2015), que logra tratar y almacenar 1,600 litros por día utilizando un filtro prefabricado. Sin embargo, estos filtros cuentan con altos costos de mantenimiento. Además, podemos citar Loza (2017), quien utilizó en su investigación una planta de tratamiento modular de poliéster reforzado en fibra de vidrio, con un menor costo, pero no menos efectivo ya que requirió un taque de almacenamiento de 12.56 m³.

Por ello, es necesario considerar que, en el caso de la implementación en un sistema doméstico se requiere economizar los costos, ya que, además del ahorro del recurso hídrico se requiere de un ahorro económico. Por ello, Rojas (2018) utilizó para la implementación de un sistema de reutilización de aguas grises, un prototipo con un filtro carbón activado, dentro de un tanque de tratamiento de polietileno. Este sistema es muy semejante a un filtro de arena y su mantenimiento es más económico que los filtros prefabricados. En ese sentido, en la presente investigación se evaluó la implementación de filtros lentos de arena por su bajo costo de implementación y mantenimiento.

Un factor importante a evaluar es el valor de los niveles máximos permisibles que establece el MINAM y con ello confirmar si el método utilizado para la reutilización de aguas grises es lo suficientemente confiable o si requerirá de un tratamiento más complejo. Al respecto, Pari (2018) realiza una investigación para abastecimiento de agua potable a multifamiliares en Lima, dicha investigación se realizó utilizando un filtro de arena y carbón activado. Con el fin de potabilizar el agua, realizó un tratamiento más complejo utilizando aditivos para la potabilización, como el hipoclorito de sodio. Sin embargo, al realizar una comparación de resultados podemos verificar que, además de existir gran similitud entre ellos, todos se encuentran dentro de los límites permisibles.

Por otro lado, luego de evaluar técnicamente la implementación del sistema de reutilización se encontró que se contaría con una capacidad de 2.14 lps disponibles para la reutilización, de los cuales, el 85% (1.83 lps) son destinados al

abastecimiento de los inodoros. Pero hay un 15% excedente (0.31 lps) que se podría reutilizar en riego, existe bibliografía que respalda este uso, como Cantillo (2018), quien por contar con una muy limitada cantidad de recurso hídrico y al no contar con un sistema de alcantarillado, optó por implementar un sistema de reutilización de aguas grises para el riego de huertas caseras, utilizando un filtro lento.

Respecto a la metodología utilizada para la presente investigación, se utilizaron dos filtros lentos de arena, uno utilizando alumbre y el otro con carbón vegetal. Como resultado se obtuvo que, para el tratamiento de aguas grises con fines de reutilización para abastecimiento de inodoros y riego, el filtro óptimo es el de alumbre ya que los valores de los parámetros analizados, tales como conductividad, sólidos disueltos, turbidez, pH, temperatura, cloro residual coliformes totales y coliformes termotolerantes postfiltro son inferiores, tal como se puede ver en el ítem 3.5. Al respecto, Rojas (2018) analizó la reutilización de aguas grises para la reducción del consumo de agua potable en viviendas familiares en el distrito de Jepelacio, encontrando que utilizando el carbón vegetal se obtuvieron valores por debajo de los valores máximos permisibles requeridos por el MINAM. Cabe resaltar que, para la obtención de muestras, Rojas (2018) utilizó filtros y condiciones similares a la presente investigación obteniendo resultados muy aproximados, tal como se muestra en la tabla 32

Tabla 32

Comparación de resultados experimentales de pruebas parámetros físicos, químicos y biológicos

Parámetros	Unidad	Rojas		Valera		Pari		Nima	
		Pre prueba	Filtro con carbón Post prueba	Pre prueba	Filtro lento de arena Post prueba	Filtro con carbón Post prueba	Pre prueba	Filtro con alumbre Post prueba	Filtro con carbón Post prueba
Conductividad	Ms	-	-	2.45	-	345	621	8420	965
Sólidos disueltos totales	mg/ L	721	424	-	200	241.5	1200	280	920
Turbidez	NTU	-	-	305	180	8	5	0.1	0.05
pH	pH	-	-	8.54	8.02	8.18	6	7	6

Parámetros	Unidad	Rojas		Valera		Pari		Nima	
		Pre prueba	Filtro con carbón Post prueba	Pre prueba	Filtro lento de arena Post prueba	Filtro con carbón Post prueba	Pre prueba	Filtro con alumbre Post prueba	Filtro con carbón Post prueba
Temperatura	°C	23.8	23.7	21	-	28	20.1	19.6	20.6
Cloro residual libre	mg/l	-	-	527.17	200	0.0	0.10	<0.10	<0.10
Coliformes totales	UFC/100ml a 35°C	-	-	-	-	DNPSC/C	<1.8	490	790
Coliformes termo tolerantes	NMP/100mL	-	-	-	-	867	240	2800	22000

Respecto al análisis de laboratorio, para la presente investigación se realizaron pruebas en dos filtros, un filtro lento de arena con alumbre y un filtro lento de arena con carbón vegetal, cuyos valores se pueden verificar en ítem 3.5 del presente documento. Al respecto, a fin de contrastar y validar la información obtenida postfiltrado, se elaboró la tabla 32 con la comparación de resultados experimentales de pruebas parámetros físicos, químicos y biológicos de 3 autores, con los resultados de esta investigación obteniéndose que:

Para el parámetro de conductividad, Pari (2018) obtiene un valor de 345 Ms y en esta investigación para el filtro con alumbre 8420 Ms y el filtro con carbón vegetal 965 Ms. Con estos resultados se puede inferir que, para la presente investigación, luego del paso del agua gris por medio de los filtros, el que cuenta con alumbre mantiene una cantidad mayor de iones en el agua. Así mismo, el filtro utilizado por Pari (2018) contiene una concentración mucho menor, esto es debido a que este autor realiza su investigación con fines de potabilizar el agua para consumo humano.

Para el parámetro de sólidos disueltos, Rojas obtiene un valor de 424 mg/ L, Valera 200 mg/ L, Pari (2018) 241.5 mg/ L y en esta investigación para el filtro con alumbre 280 mg/ L y el filtro con carbón vegetal 920 mg/ L. Con estos resultados se puede inferir que, según la clasificación de la OMS, como se muestra en el anexo N°14, los resultados de Rojas serían “Bueno”, para Valera “Excelente”, para Pari (2018) “Excelente” y para la presente investigación, para el filtro con alumbre

“Excelente” y para el filtro con carbón vegetal “Pobre”. La interpretación de este parámetro es que entre para los valores inferiores a 300 mg/ L, la concentración es excelente, en términos de pureza del agua ya que altas si se cuenta con altas concentraciones este parámetro disminuyen el efecto de los desinfectantes.

Para el parámetro de turbidez postfiltro, Valera obtiene un valor de 180, Pari (2018) 8 NTU y en esta investigación para el filtro con alumbre 0.1 NTU y el filtro con carbón vegetal 0.5 NTU. Considerando que el límite permisible es 5 NTU, esta investigación estaría cumpliendo con los límites máximos permisibles. Además, con estos resultados se puede inferir que, el agua obtenida postfiltro en esta investigación cuenta con una menor cantidad de solidos finos suspendidos, lo que hace que el agua se visualice de forma más clara.

Para el parámetro de pH, Valera obtiene un valor de 8.02, Pari (2018) 8.18 y en esta investigación para el filtro con alumbre 7 y el filtro con carbón vegetal 6. Considerando que el límite permisible es de 6.5 a 8.5 (MINAM decreto supremo N° 004-17), las tres investigaciones estarían cumpliendo con los límites máximos permisibles. Además, con estos resultados se puede inferir que, el pH contenido en el agua obtenida postfiltro en esta investigación tiene una concentración ácida.

Para el parámetro de temperatura, Rojas obtiene un valor de 23.27 °C, Pari 28 °C y en esta investigación para el filtro con alumbre 19.6 °C y el filtro con carbón vegetal 20.6 °C. Este parámetro, varía de acuerdo a las condiciones ambientales a las que se encontraron los filtros en el momento de la toma de las muestras. Por ello, este es un parámetro que servirá como un indicador de condiciones de exposición de los filtros.

Para el caso del parámetro de coliformes totales, Pari (2018) obtuvo 867 NMP/100mL. Sin embargo, en el análisis de laboratorio realizado, la pre prueba obtiene un valor de 240 NMP/100mL, el filtro con alumbre tiene un valor de 490 NMP/100mL y con el filtro con carbón vegetal se obtiene un resultado de 790 NMP/100mL. Este incremento en el parámetro de coliformes totales se interpreta como una falta de lavado de la arena utilizada en ambos filtros, lo que ocasiona un incremento en estos valores. A pesar de ello, estos valores se encuentran por debajo de 5000 NMP/100mL, que es límite máximo permisible para la reutilización en riego, según el MINAM.

En materia de inversión económica, los costos de implementación del sistema de reutilización de aguas grises son relativamente bajos, ya que se requiere una inversión inicial de S/. 64,524.00 incluido IGV, con un mantenimiento anual de S/. 5,000.00. Teniendo en cuenta que, por la reducción del consumo de agua potable con la implementación del sistema de reutilización, se genera un ahorro de S/. 16,800.00 anuales, lo cual significa que luego de la recuperación de la inversión inicial, se tendrían cubiertos los costos asociados al mantenimiento del sistema de reutilización. Además, si bien es cierto que, el impacto económico no es muy considerable para la zona de Surco, se debe entender que este proyecto es escalable, es decir, se puede aplicar para otras realidades sociales. En ese sentido, se podría cubrir la necesidad del acceso al agua en zonas como San Juan de Lurigancho, Comas y otros distritos populosos de Lima.

En resumen, para los aspectos técnicos, los resultados de las pruebas de calidad de agua encontrados para el filtro lento de arena con alumbre son más bajos que los valores del filtro con carbón vegetal, por lo que se infiere que este filtro es el óptimo en el marco de esta investigación. Además, se ha contrastado los resultados con diversas investigaciones y se concluye que los valores encontrados son muy similares y se encuentran dentro de los límites permisibles. En aspectos ambientales, encontramos que, una vez implementado el sistema de reutilización, se genera un ahorro del 20% del gasto del recurso hídrico, generando un impacto positivo en el medio ambiente. En aspectos sociales, tener implementado un sistema de reutilización implica una concientización por el uso del agua y se estaría fortaleciendo la culturización en el uso del agua.

VII. CONCLUSIONES

Durante el rediseño se encontró que el caudal de ingreso al edificio varía debido a que parte del agua potable será reemplazada por el agua suministrada del sistema de reutilización de agua grises. Estas aguas representan aproximadamente el 21% del caudal del ingreso del sistema convencional. En ese sentido, en el análisis realizado para el edificio A inicialmente el caudal de ingreso era de 4.27 lps y al implementar el rediseño el nuevo caudal es 3.37 lps. Así mismo, se identificó que el parámetro de descarga ha variado debido a que parte de los aparatos sanitarios sirven como abastecimiento para el sistema de reutilización de aguas grises, estos son las duchas y los lavamanos. Por ello, inicialmente la descarga era de 4.42 lps considerando el sistema convencional y con el sistema de reutilización se descarga 3.32 lps, obteniéndose una reducción del 24.88%.

Con las variaciones de los parámetros de caudal y descarga se realizó el rediseño de las líneas de conducción para cada departamento y la cisterna de almacenamiento, ya que las variaciones de caudal generan una reducción de los diámetros de la tubería y se ha implementado una cisterna para el almacenamiento y el tratamiento de las aguas grises. Las líneas de conducción del sistema convencional por departamento tenían inicialmente 1" y con el rediseño del sistema las tuberías que serán usadas son de $\frac{3}{4}$ ". Además, la cisterna implementada que contendrá el agua tratada tiene un volumen 10m³, y esta cisterna es alimentada por una poza sedimentador de 1m³ y un filtro de 1m³ de volumen, tal como se detalla en el ítem de procedimiento del presente documento.

A fin de determinar el tratamiento óptimo para las aguas grises se realizó un análisis con dos tipos de filtros para el tratamiento de las aguas grises. Para ello, se construyó un prototipo de filtro lento de arena utilizando esponja carbonatada, piedra chancada, alumbre, arena fina, arena gruesa y piedra de canto rodado, y el segundo filtro estuvo compuesto por carbonatada, piedra chancada, carbón vegetal, arena fina, arena gruesa y piedra de canto rodado. Ambos filtros estaban conectados al sistema de reutilización y se tomaron muestras de agua en ellos de forma simultánea, pre y post utilización, teniendo como resultado que el filtro que incluía el alumbre muestra una reducción considerable en los parámetros físicos, químicos y biológicos, en comparación con el filtro que utilizó carbón vegetal.

Los resultados obtenidos en el laboratorio sobre los análisis pre y post filtros evidencian que las aguas obtenidas en ambos filtros son lo suficientemente limpias para su reutilización en inodoros y riego. Además, se debe considerar que post filtro no se utilizaron insumos químicos adicionales, es decir, es posible incluir en el proceso de tratamiento insumos que permitirán obtener una mayor calidad del agua en el sistema de reutilización de aguas grises.

Considerando los aspectos económicos, encontramos que la inversión para el rediseño es de aproximadamente S/. 64,524.00, con un costo de mantenimiento y operación anual de S/. 5,000.00. Además, se muestra que utilizando el sistema convencional el costo del consumo anual en el edificio A es de S/. 63,200.00 y la reducción de costo incluyendo el rediseño es del 20%, lo que representa un ahorro anual de S/. 16,800.00. Entonces, se espera recuperar la inversión de instalación en un periodo de 5 años, esto es, considerando que se debe cubrir los gastos anuales de mantenimiento, que consiste en cambios de filtros, mantenimiento de sistema de bombeo y monitoreo de calidad de agua. Posterior a este periodo solamente se invertiría en el mantenimiento del sistema, el cual debe ser preventivo para evitar intervenciones de mantenimiento correctivo.

VIII. RECOMENDACIONES

Respecto al análisis costo beneficio, se recomienda la implementación del sistema de reutilización de aguas grises, esto debido a que el tiempo retorno de la inversión es de 5 años y el monto de inversión es de S/. 64,524.00. Posterior al retorno de la inversión los habitantes del condominio la Alameda de la Castellana solo pagarían los costos de mantenimiento, los mismos que ascienden a la suma de S/. 5,000.00.

Respecto a los análisis realizados en el prototipo realizado se recomienda implementar un sistema de reutilización de aguas grises con un filtro lento de arena con alumbre, ya que este cuenta con menor cantidad coliformes totales, en comparación con el filtro donde se implementó carbón.

Respecto a la utilización de insumos para los filtros lentos de arena, se recomienda realizar un lavado constante de las arenas, las piedras y demás insumos. Esto evitará alteraciones en los resultados de laboratorio, tanto durante el proceso de implementación como durante la etapa de operación del sistema de reutilización de aguas grises.

Se recomienda realizar un proceso iterativo de análisis de aguas grises, a fin de calibrar correctamente los valores de los parámetros analizados, esto debido a que se identificaron diferencias considerables como en el caso de coliformes termotolerantes. Para ello, se requerirá de una mayor inversión en la investigación realizada.

Se recomienda evaluar la implementación del sistema de reutilización de aguas grises en zonas de Lima donde el ahorro del recurso hídrico es escaso. Esto debido a que, la escalabilidad de esta investigación permite su implementación en zonas donde el costo del agua es mayor, lo que representaría además de un ahorro del recurso, un ahorro económico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) (2015). El futuro de los servicios de agua y saneamiento en América Latina (Folleto). Consulta: 08 de mayo de 2020.

Recuperado de
http://mail.sunass.gob.pe/doc/ODS/ods_futuro_sas_al.pdf

Banco de Desarrollo de América Latina (CAF) Agua y saneamiento en la nueva ruralidad de América Latina. Consulta: 06 de Mayo de 2020, de

<https://www.caf.com/es/actualidad/noticias/2017/02/agua-y-saneamiento-en-la-nueva-ruralidad-de-america-latina/>

Banco Interamericano de Desarrollo y Comisión Económica para América Latina y el Caribe (BID Y CEPAL) (2018) Proceso regional de las américas foro mundial del agua 2018 [Informe]. Lima. Consulta: 08 de Mayo de 2020.

Recuperado de
https://www.cepal.org/sites/default/files/news/files/informe_regional_america_latina_y_caribe.pdf

Burbano, J. (2015). “Análisis de la reutilización de las aguas grises en edificaciones domiciliarias”

Candiotti, E. (2018). Sistema de Tratamiento de Aguas Grises para Fomentar el Ahorro Hídrico en el Edificio Multifamiliar del Asentamiento Humano Micaela Bastidas Sect. 2 Mz A26, Ate - 2018

Hernández, C. (2017). Evaluación de un plan de reciclaje y tratamiento de aguas para la ciudad de rancagua.

Díaz J. & Ramírez L. (2016). Diseño de un sistema de tratamiento y reutilización del agua de la lavadora aplicado a los hogares de Bogotá

Morales, E. (2013). Evaluación de alternativas de sistemas paralelos de reuso de aguas grises en un edificio público

Espinal, C., Ocampo, D. y Rojas, J. (2013). Diseño y simulación de un sistema para el reciclaje de aguas grises en el hogar.

Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) (2000). ¿Servicios Básicos para Todos? [Informe]. Florencia. Consulta: 08 de Mayo de 2020.

Recuperado de

<https://www.unicef-irc.org/publications/pdf/basics.pdf>

Gómez, S. (2012). Metodología de la Investigación. México: Red Tercer Milenio.

Recuperado de

http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/Axiologicas/Metodologia_de_la_investigacion.pdf

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) (2018). Perfil Sociodemográfico del Perú [Informe]. Lima. Consulta: 04 de Mayo de 2020.

Recuperado de

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1539/libro.pdf

Jiménez, J. (2013). Manual para el diseño del sistema de agua potable y alcantarillado. Veracruz.

Recuperado de

<https://www.uv.mx/ingenieriacivil/files/2013/09/Manual-de-Diseno-para-Proyectos-de-Hidraulica.pdf>

La República. Sin agua potable: la dura realidad de 3.4 millones de peruanos.

Consulta: 05 de mayo de 2020, de

<https://larepublica.pe/sociedad/1068272-sin-agua-potable-la-dura-realidad-de-34-millones-de-peruanos/>

Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Mexico DC. (2007).

Recuperado de

https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/CONAGUA%20s.f.a.%20Dise%C3%B1o%20de%20redes%20de%20distribuci%C3%B3n%2

[Ode%20agua%20potable.pdf](#)

Franco, M. (2007). Tratamiento y reutilización de aguas grises con aplicación a caso en Chile.

MEXICHEM PERÚ S.A (2011).Diseño , productos y servicios para la industria pesquera[folleto].

Recuperado de

<http://www.sedapal.com.pe/Contenido/licitaciones/CP%2032-2016SEDAPAL/Anexo%20I/9%20Diseno%20Emisario%20Submarino%20Trazo%20Inicial/1%20DISENO%20DEL%20EMISARIO/3%20CATALAGOS/5.1%20Tuberias%20PAVCO%20HDPE.pdf>

Ministerio del Ambiente (MINAM) (2010). Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas o municipales (PTAR). Diario El Peruano. Lima. Perú.

Norma Técnica Peruana (2019), OS.090. Plantas de tratamiento de aguas residuales.

<https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>

Norma Técnica Peruana (2019) IS.010. Instalaciones Sanitarias para Edificaciones.

<https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>

Loza, P. (2017). Diseño de un Sistema de Reciclado de Aguas Grises y su Aprovechamiento para un Desarrollo Sostenible en una Vivienda Multifamiliar de Doce Pisos en la Ciudad de Tacna.

Oxford Committee for Famine Relief (OXFAM PERU). Entre 7 y 8 millones de peruanos no tienen acceso a agua potable. Consulta: 05 de Mayo de 2020, de

<https://peru.oxfam.org/qu%C3%A9-hacemos-ayuda-humanitaria/entre-7-y-8-millones-de-peruanos-no-tienen-acceso-agua-potable>

Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2019). No dejar a nadie atrás.
[Informe]. Lima. Consulta: 08 de Mayo de 2020.

Recuperado de

<https://www.acnur.org/5c93e4c34.pdf>

Pari, P. (2017). Reutilización de aguas grises domésticas ante la insuficiencia de agua potable en edificios multifamiliares - Lima

Pehovaz, R. (2014). Diseño del sistema de agua potable, conexiones domiciliarias y alcantarillado del Asentamiento Humano “Los Pollitos”- Ica, Usando los programas Watercad y Sewercad. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Recuperado de

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581935/?sequence=1>

Peñaranda, César (2018) Comentario del 12 de octubre a “ONU: Más de 4 millones de peruanos viven aún sin vivienda ni servicios básicos”. Infomercado. Consulta: 05 de Mayo de 2020.

Recuperado de

<https://infomercado.pe/onu-mas-de-4-millones-de-peruanos-viven-aun-sin-vivienda-ni-servicios-basicos/>

Pérez, R. (2015). Diseño y construcción de alcantarillados sanitario, pluvial y drenaje en carretera.

Ramírez, W. (2015). Diseño y cálculo de las instalaciones sanitarias de un edificio de tres pisos, destinado a departamentos habitacionales.

Reglamento Nacional de Edificaciones (2019).

Consulta: 15 Noviembre de 2020

<https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

Rodríguez, L. & Estupiñan F. (2016). Diseño de un sistema para la reutilización de aguas grises en la universidad de cundinamarca extensión Soacha

Rojas, K. (2018). Diseño y aplicación de un sistema hidráulico de reutilización de las aguas grises, para disminuir el consumo de agua potable en vivienda familiar en el distrito de Jepelacio – 2017

Rojas, H. & Alegría, G. (2019) Diseño hidráulico del sistema de abastecimiento de agua potable para mejorar la calidad de vida de los pobladores del Sector Satélite, La Banda de Shilcayo, San Martín. Tesis para Optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Tarapoto: Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Facultad de Ingeniería y Arquitectura.

Rosales P. (2018). Evaluación económica de la aplicación de un sistema de reutilización de aguas grises caso aplicado a pan de azúcar.

SPDA Actualidad Ambiental 2017.

Recuperado de

<https://www.actualidadambiental.pe/debemos-consumir-100-litros-de-agua-al-dia-por-persona-pero-consumimos-hasta-250-litros/#:~:text=De%20acuerdo%20con%20la%20Organizaci%C3%B3n,litros%20de%20agua%20por%20persona.>

Sánchez, C. (29 de enero de 2020). Tablas. Normas APA (7ma edición).

[_https://normas-apa.org/estructura/tablas/](https://normas-apa.org/estructura/tablas/)

U.S. AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (USAID) (2017) Global Water and Development [Informe]. Washington.Consulta: Consulta 06 de mayo de 2020.

Recuperado de

<https://www.usaid.gov/sites/default/files/documents/1865/Global-Water-and-Development-Report-reduced508.pdf>

WORLD BANK GROUP (2017) Reducing Inequalities in Water Supply, Sanitation, and Hygiene in the Era of the Sustainable Development Goals [informe]. Washington. Consulta: 05 de mayo de 2020.

Recuperado de

<https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/27831/W17075.pdf?sequence=5&isAllowed=y>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Tabla 1: TÍTULO: REDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA EMPLEANDO UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES EN EL CONDOMINIO LA ALAMEDA DE LA CASTELLANA, SANTIAGO DE SURCO 2020.

PROBLEMA (¿?)	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODO	INSTRUMENTO	RESULTADOS
<p>Problema General: ¿Cuál es la eficiencia técnica económica del rediseño de la infraestructura sanitaria empleando un sistema de reutilización de aguas grises en el condominio La Alameda de la castellana, Santiago de Surco-2020?</p>	<p>Objetivo general: Determinar la eficiencia técnica económica del rediseño de la infraestructura sanitaria empleando el sistema de reutilización de aguas grises en el condominio La Alameda de la Castellana , Santiago de surco,2020.</p>	<p>Hipótesis general: En el rediseño de la infraestructura sanitaria se tendrá un ahorro del 30 % de agua empleando el sistema de reutilización de aguas grises en el condominio La Alameda de la Castellana , Santiago de surco,2020</p>	<p>Variable independiente Sistema de reutilización de aguas grises</p>	<p>Origen y Características</p>	<p>Parámetros característicos</p>	<p>Paradigma: positivista Enfoque: cuantitativo Tipo: sustantivo Diseño: cuasi-experimental Corte: Transversal Subtipo de diseño: Descriptivo simple</p>	<p>Técnica de Observación Instrumento: Matriz de observación</p>	<p>Tablas , figuras , diagramas , cuadros , gráficas, histograma, etc</p>
			Composición de las aguas	Parametros Características de aguas grises.				
<p>Problema Específico: ¿Cuáles son las variaciones que tendrán los parámetros hidráulicos ante la implementatación de un sistema de reutilización de aguas grises en el rediseño de la infraestructura sanitaria del condominio La Alameda de la Castellana , Santiago de surco,2020?</p>	<p>Objetivos específicos: Determinar las variaciones que tendrán los parámetros hidráulicos ante la implementación de un sistema de reutilización de aguas grises en el rediseño de la infraestructura sanitaria del condominio La Alameda de la Castellana , Santiago de surco,2020</p>	<p>Hipótesis específicos: El sistema de reutilización de aguas grises generara variación en los parámetros hidráulicos de la infraestructura sanitaria del condominio La Alameda de la Castellana , Santiago de surco,2020</p>	<p>Variable dependiente Rediseño de la infraestructura sanitaria</p>	Parametro Hidraulico	Diseño actual			
<p>¿Cual es el tratamiento optimo para las aguas grises del sistema de reutilización en el rediseño de la infraestructura sanitaria del condominio La Alameda de la Castellana , Santiago de surco,2020?</p>	<p>Identificar el tratamiento optimo para las aguas grises del sistema de reutilización en el rediseño de la infraestructura sanitaria del condominio La Alameda de la Castellana , Santiago de surco,2020.</p>	<p>El tratamiento propuesto para las aguas grises es optimo para el sistema de reutilización en el rediseño de la infraestructura sanitaria del condominio La Alameda de la Castellana , Santiago de surco,2020</p>		Optimización del tratamiento de las aguas grises	Tratamiento			
<p>¿El costo de rediseño de la infraestructura sanitaria se justifica con el ahorro del consumo de agua en el condominio La Alameda de la Castellana , Santiago de surco,2020?</p>	<p>Determinar si costo de rediseño de la infraestructura sanitaria se justifica con el ahorro del consumo de agua en el condominio La Alameda de la Castellana , Santiago de surco,2020</p>	<p>El costo de rediseño de la infraestructura sanitaria se justifica con el ahorro del consumo de agua en el condominio La Alameda de la Castellana , Santiago de surco,2020</p>		Evaluación económica	Costo del rediseño			

Anexo 2: Matriz de operacionalización de variables

TÍTULO: REDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA EMPLEANDO UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES EN EL CONDOMINIO LA ALAMEDA DE LA CASTELLANA, SANTIAGO DE SURCO 2020

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Variable independiente Sistema de reutilización de aguas grises	El sistema de reutilización de aguas grises es un conjunto de instalaciones destinadas a la recolección, tratamiento, almacenamiento y conducción de las aguas grises para su uso en la alternativa de reutilización que se proyecte. Además, incluye instalaciones para el uso de las aguas grises tratadas, el cual debe cumplir con la calidad definida en el presente reglamento según el uso previsto (Ministerio de salud, 2018).	El sistema de reutilización de aguas grises es una variable que incluye infraestructura sanitaria para aguas residuales y conexiones domiciliarias, además el sistema de tratamiento de aguas residuales (Cruz, 2015). Esta variable se medirá por medio de análisis de aguas, métodos de tratamiento y cambios en las dimensiones de tuberías y otros componentes.	Origen y Características	Parámetros	ppm
				Características de aguas grises.	ppm
			Proceso de tratamiento	Parámetros	mt3
				Características de aguas grises.	adimensional
			Diseño del sistema	caudal	mt3
				eficiencia	adimensional
Variable dependiente Rediseño de la infraestructura sanitaria	El rediseño de la infraestructura sanitaria se encuentra basado en mejorar el sistema de agua potable, garantizando una extracción, recolección y distribución de agua de forma sostenible. Así mismo, el manejo de aguas residuales y su tratamiento contribuye al cuidado del medio ambiente y el manejo responsable de los recursos hídricos (Cruz, 2015).	El rediseño de la infraestructura sanitaria responde a la implementación de infraestructura que mejora las condiciones de uso del agua potable con la inclusión de un sistema de aguas grises. Tales como, líneas de aducción y distribución de aguas grises, reservorios para tratamiento de agua y las mejoras en las conexiones domiciliarias (Cruz, 2015).	Parámetro hidráulico	Diseño actual	mt3
				Rediseño del sistema	adimensional
			Optimización del tratamiento de las aguas grises	Tratamiento	adimensional
				Calidad de agua	adimensional
			Evaluación económica	Costo del rediseño	soles o dólares

Anexo 3: Instrumento de recolección de datos

FICHA TÉCNICA PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

PROYECTO REDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA EMPLEANDO UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISAS EN EL CONDOMINIO LA ALAMEDA DE LA CASTELLANA, SANTIAGO DE SURCO 2020

AUTOR NIMA PRADO, KARINA ELIZABETH

El presente documento está realizado con fines académicos es de uso exclusivo de los investigadores.

INDICADORES:

1.- INFORMACIÓN DE UBICACIÓN

1.1	DEPARTAMENTO	LIMA
1.2	DISTRITO	SANTIAGO DE SURCO
1.3	CONDOMINIO	LA ALAMEDA DE LA CASTELLANA
1.4	AREA	10.285 M2
1.5	COD. UBIGEGO	150140

2. SISTEMA DE AGUA POTABLE

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
2.1	INDICADOR POBLACIONAL	
2.1.1	TOTAL DE DEPARTAMENTO	20
2.1.2	TOTAL DE PISOS	5
2.1.3	POBLACION TOTAL	100
2.2	FUENTE DE ABASTECIMIENTO	
2.2.1	RED PUBLICA	X
2.2.2	RESERVORIO	
2.2.3	CISTERNA	
2.3	CONDUCCION, ADUCCION DE AGUA	
2.3.1	POR GRAVEDAD	X
2.3.2	POR BOMBEO	X
2.4	APARATOS SANITARIOS	
2.4.1	LAVADERO	40
2.4.2	INODOROS	40
2.4.3	LAVATORIOS	40
2.4.4	DUCHAS	40
2.4.5	LAVADORA	20

Notas: El edificio cuenta con 5 pisos de 4 departamentos cada uno y tres dormitorios.

Todos los departamentos cuentan con dos baño completos, lavadero y lavadora.

Anexo 4: Encuesta para recolección de datos

PROYECTO: REDISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA SANITARIA EMPLEANDO UN SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES EN EL CONDOMINIO LA ALAMEDA DE LA CASTELLANA, SANTIAGO DE SURCO 2020

AUTOR: NIMA PRADO, KARINA ELIZABETH

El presente documento está realizado con fines académicos es de uso exclusivo del investigador.

Encuesta Reutilización de agua grises

1. ¿Cuántas personas conforman su grupo familiar?

0 a 5 años	
5 a 18 años	
mayores de 18 años	

2. ¿Sabe usted cuales son las aguas grises y las aguas negras?

Grisas	Si	No
Negras	Si	No

3. ¿Usted reutiliza el agua en su hogar?

Si	No
----	----

4. ¿Compraría usted un dispositivo que ayude ahorrar agua en su hogar?

Si	No
----	----

5. ¿Estaría de acuerdo en implementar un sistema de reutilización de aguas grises para el uso de los tanques de inodoro y riego?

Si	No
----	----

6. ¿Estaría dispuesto a invertir para implementar un sistema de reutilización de aguas grises?

Si	No
----	----

7. ¿Le interesa reciclar el agua utilizada en el Baño del lavamanos y duchas para el ahorro del consumo mensual del agua?

Si	No
----	----

8. ¿Cree usted que el precio del agua potable es elevado?

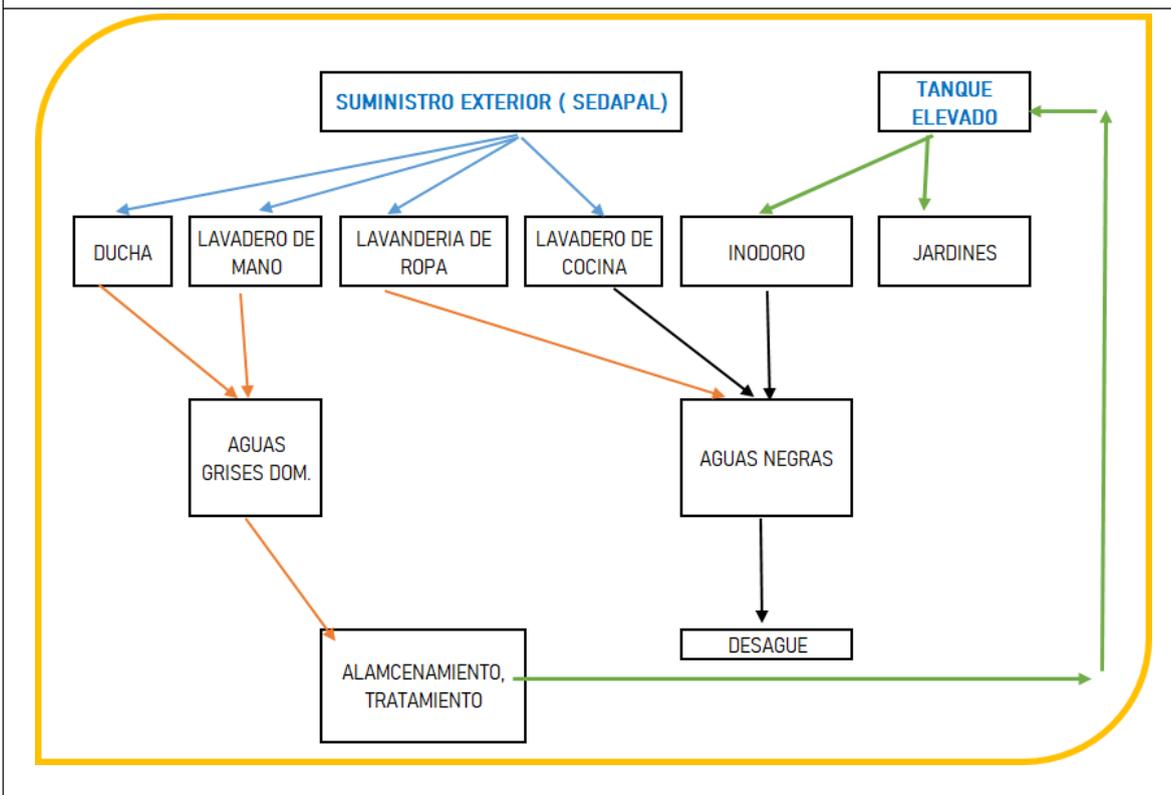
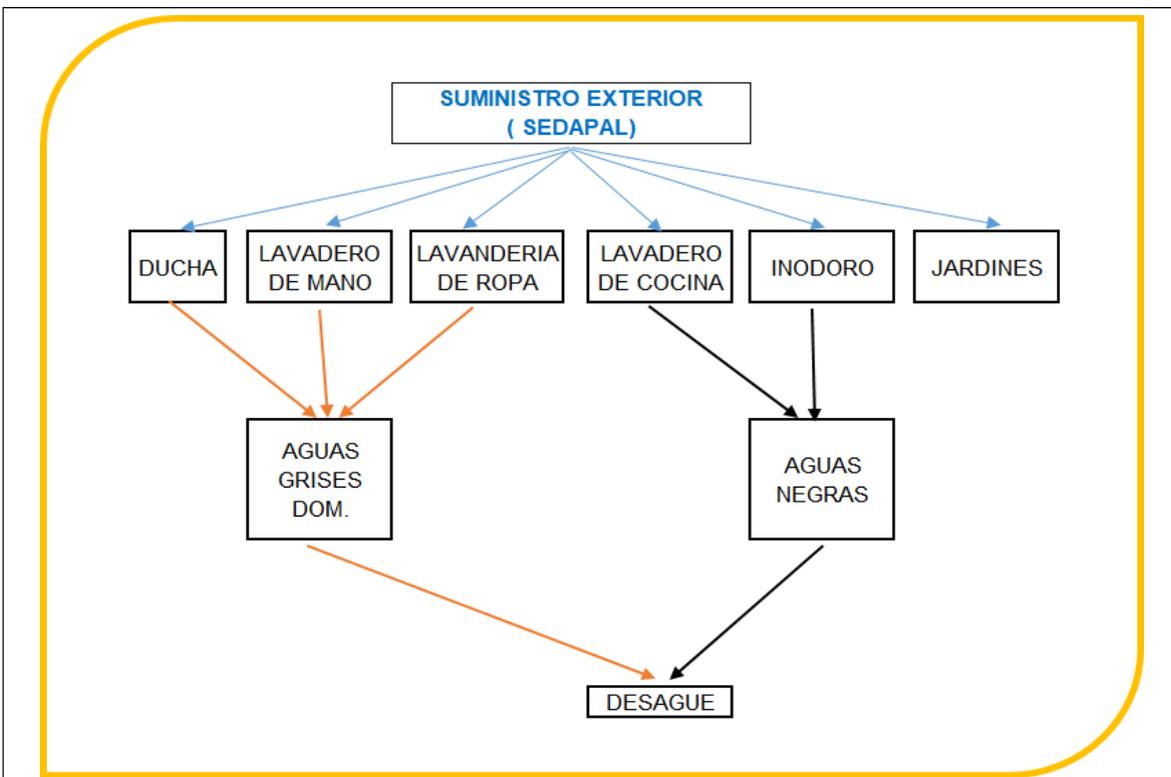
Si	No
----	----

9. ¿Le interesaría ahorrar en el consumo del agua potable en su hogar y ayudar al medio ambiente con la reutilizando de las aguas grises?

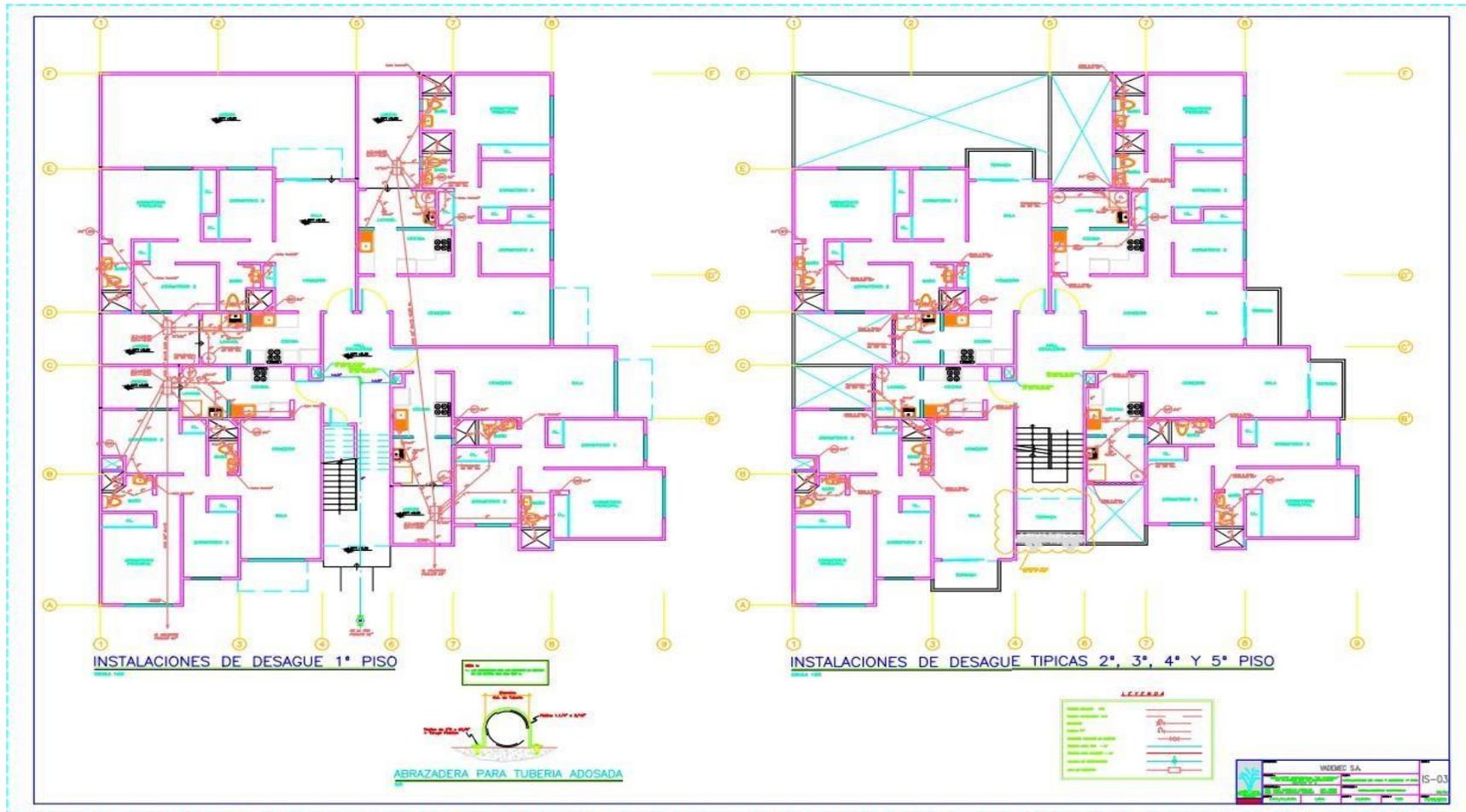
Si	No
----	----

10. ¿Qué opina usted respecto a la reutilización de aguas?

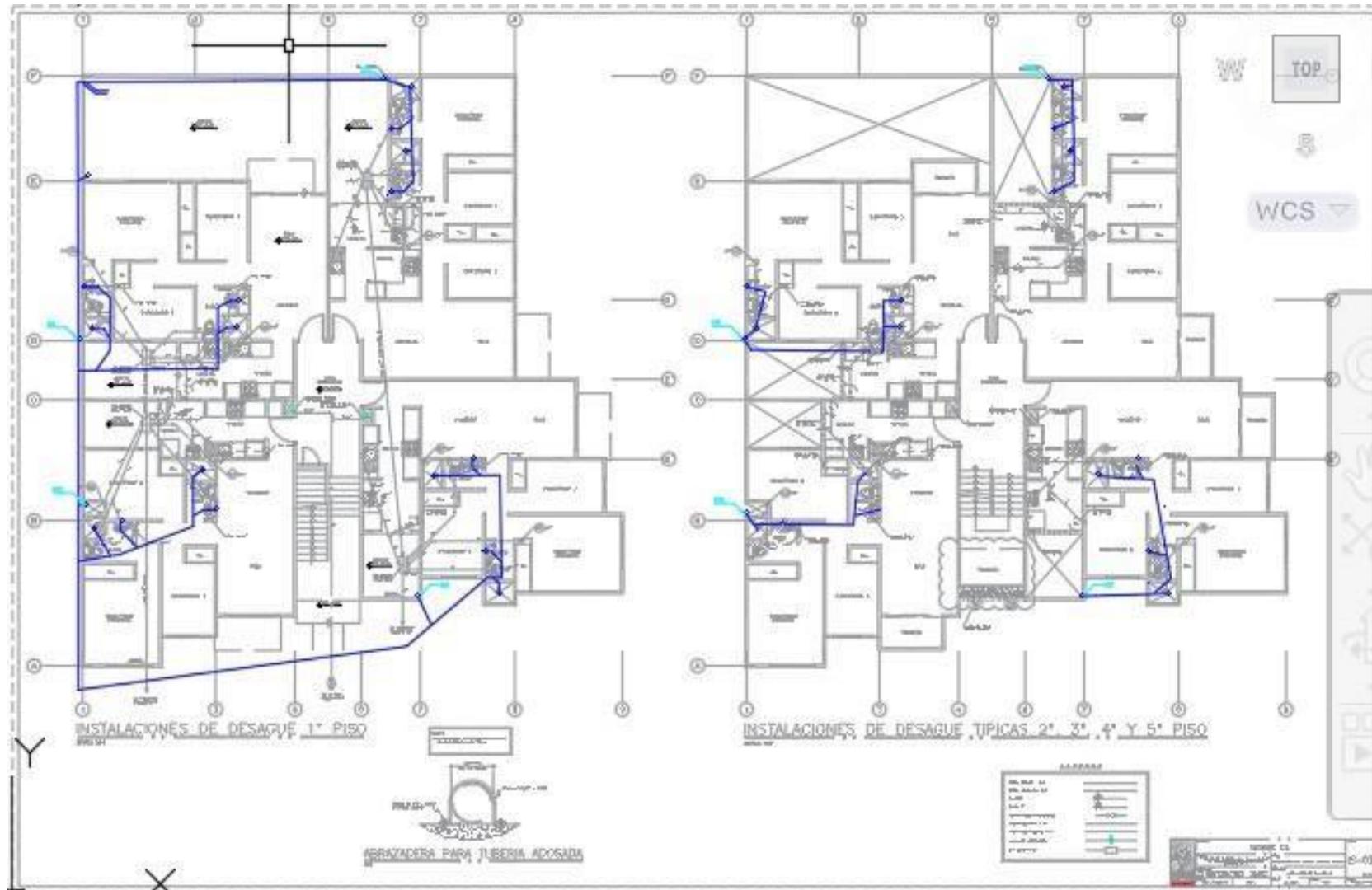
Anexo 5: Esquema del sistema de distribución actual y con el rediseño



Anexo 7: Plano de instalaciones sanitarias actual



Anexo 8: Plano de instalaciones sanitarias con el rediseño



Anexo 9: Límites máximos permisibles de aguas residuales

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

Anexo 10: Análisis de aguas residual domesticas (aguas grises)

INFORME DE ENSAYO: 59379/2020

NAKAMURA CONSULTORES SAC - NAKCSAC

Jr. Arturo Castillo Nro. 2425 Urb. Los Pinos (Coop. de Vivienda Mirones Ltda 202) Lima Lima Lima

Analisis Calidad de Agua Residual

Emitido por: Karin Zelada Trigoso - Luis Rodríguez Carranza

Fecha de Emisión: 30/11/2020



Karin Zelada Trigoso

CQP: 830

Personal Signatario - Químico



Luis Rodríguez Carranza

CBP: 7856

Personal Signatario - Microbiológico

INFORME DE ENSAYO: 59379/2020

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

Nº ALS LS	505028/2020-1.0					
Fecha de Muestreo	23/11/2020					
Hora de Muestreo	10:30:00					
Tipo de Muestra	Agua Residual Industrial					
Identificación	Nº 1					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Cloro Libre Residual*	16120	23/11/2020	mg Cl2/L	0.25	0.25	< 0.10

Nº ALS LS	505028/2020-1.0					
Fecha de Muestreo	23/11/2020					
Hora de Muestreo	10:30:00					
Tipo de Muestra	Agua Residual Industrial					
Identificación	Nº 1					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	23/11/2020	NMP/100 mL	---	---	490
Coliformes Totales	7210	23/11/2020	NMP/100 mL	---	---	2800

Nº ALS LS	505029/2020-1.0					
Fecha de Muestreo	23/11/2020					
Hora de Muestreo	10:45:00					
Tipo de Muestra	Agua Residual Industrial					
Identificación	Nº 2					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Cloro Libre Residual*	16120	23/11/2020	mg Cl2/L	0.25	0.25	< 0.10

Nº ALS LS	505029/2020-1.0					
Fecha de Muestreo	23/11/2020					
Hora de Muestreo	10:45:00					
Tipo de Muestra	Agua Residual Industrial					
Identificación	Nº 2					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	23/11/2020	NMP/100 mL	---	---	790
Coliformes Totales	7210	23/11/2020	NMP/100 mL	---	---	22000

Nº ALS LS	505031/2020-1.0					
Fecha de Muestreo	23/11/2020					
Hora de Muestreo	10:52:00					
Tipo de Muestra	Agua Residual Industrial					
Identificación	Nº 3					
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
003 ENSAYOS FISICOQUÍMICOS						
Cloro Libre Residual*	16120	23/11/2020	mg Cl2/L	0.25	0.25	0.10

INFORME DE ENSAYO: 59379/2020

N° ALS LS		505031/2020-1.0				
Fecha de Muestreo		23/11/2020				
Hora de Muestreo		10:52:00				
Tipo de Muestra		Agua Residual Industrial N° 3				
Identificación						
Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Ensayo	Unidad	LD	LQ	Resultado
015 ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS						
Coliformes Termotolerantes	12146	23/11/2020	NMP/100 mL	---	---	< 1.8
Coliformes Totales	7210	23/11/2020	NMP/100 mL	---	---	240

Observaciones

- (*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.
- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.
- Los resultados que se encuentren por debajo del Límite de Cuantificación, no aplican para comparativos de consistencia.
- Las fechas de ejecución del análisis para los ensayos en campo realizados por ALS LS Perú S.A.C., se refiere a las fechas indicadas como fecha de muestreo.
- No Aplica para datos proporcionados por el cliente.
- Ref. Mét.: Código interno que referencia a la metodología de análisis.
- Los Coliformes Termotolerantes equivalen a decir Coliformes Fecales, de acuerdo al SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp. del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
N° 1]	Cliente	Agua Residual Industrial	23/11/2020	23/11/2020	7699168.2N 119542.44E	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
N° 2	Cliente	Agua Residual Industrial	23/11/2020	23/11/2020	7699181.2N 119542.10E	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
N° 3	Cliente	Agua Residual Industrial	23/11/2020	23/11/2020	7699171.1N 119543.21E	---	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.

Ref. Mét.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
16120	LME	Color Libre Residual en aguas*	CORPLAB-MC-001, Rev 02 2015	Basado en SM 4500-Cl G, DPD Colorimetric Method). 22 ND, 2012
12146	LME	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E 1, 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium)
7210	LME	Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C. 23rd Ed. 2017	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique. Estimation of Bacterial Density

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS LS Perú S.A.C. asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 59379/2020, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS LS Perú S.A.C., visitar el sitio Web www.alsglobal.com e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS LS	Código único de Autenticidad
N° 1]	505028/2020-1.0	otptpos&5820505
N° 2	505029/2020-1.0	ptptpos&5920505
N° 3	505031/2020-1.0	qtptpos&5130505

ALS LS Perú S.A.C. asegurando la marca y prestigio de su empresa.

INFORME DE ENSAYO: 59379/2020

COMENTARIOS

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C., su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C.; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

ALS LS Perú S.A.C. deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente.

Si ALS LS Perú S.A.C. no realizó el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como se recibió.

INFORME DE ENSAYO N° 20187

Cliente	:	BACHILLER: KARINA NIMA
Referencia	:	20187
Matriz	:	Agua Residual Domestico
Procedencia de la muestra	:	Mz 9 Lt 5 II Zona Bayovar, distrito de San Juan de Lurigancho
Cantidad de muestra	:	03
Fecha inicio de la toma de muestra	:	23/11/2020
Fecha final de la toma de muestra	:	23/11/2020
Estación / Ubicación de la toma de muestra	:	- N°1/ FILTRO DE ARENA - ALUMBRE - N° 2/ FILTRO DE ARENA – CARBÓN VEGETAL - N° 3/ DUCHA Y LAVAMANOS
Procedimiento y plan de la toma de muestra	:	-NC-PT-004 "Toma de Muestra y Transporte de ítems de ensayo" -NC-IT-043 " Toma de muestras de Agua"
Fecha de recepción de la muestra	:	23/11/2020
Fecha de inicio de los ensayos	:	23/11/2020
Fecha de fin de los ensayos	:	27/11/2020

INFORME DE ENSAYO N° 20187

Código de Laboratorio			20187-1
Identificación			N° 1
Fecha y hora de muestreo			23/11/2020 10:34 h.
Parámetro	Unidad	L.D	Resultado
Parámetro de Campo			
pH	upH	NA	7.0
Temperatura	° C	NA	19.6
Análisis Físicoquímicos			
Conductividad	uS/cm	N.A	8420
Turbidez	mg/L	0.01	0.1

L.D: Limite de Detección

N.A: No Aplica

Código de Laboratorio			20187-2
Identificación			N° 2
Fecha y hora de muestreo			23/11/2020 10:48 h.
Parámetro	Unidad	L.D	Resultado
Parámetro de Campo			
pH	upH	NA	6.0
Temperatura	° C	NA	20.6
Análisis Físicoquímicos			
Conductividad	uS/cm	N.A	965
Turbidez	mg/L	0.01	0.05

L.D: Limite de Detección

N.A: No Aplica

INFORME DE ENSAYO N° 20187

Código de Laboratorio		20187-3	
Identificación		N° 3	
Fecha y hora de muestreo		23/11/2020 10:54 h.	
Parámetro	Unidad	L.D	Resultado
Parámetro de Campo			
pH	upH	NA	6.0
Temperatura	° C	NA	20.1
Análisis Físicoquímicos			
Conductividad	uS/cm	N.A	621
Turbidez	mg/L	0.01	5

L.D: Limite de Detección

N.A: No Aplica

INFORME DE ENSAYO N° 20187

Condición de la muestra recepcionada y ensayada: En buen estado de conservación y preservación
Muestreado por: Nakamura Consultores SAC – División Laboratorio.

INFORMACION DE ESTACION DE MONITOREO		
ESTACION	UBICACIÓN GEOGRAFICA	DESCRIPCION DE ESTACION
N° 1	7699168.2 N 0119542.44 E	FILTRO DE ARENA - ALUMBRE
N° 2	7699181.2 N 119542.10 E	FILTRO DE ARENA – CARBÓN VEGETAL
N° 3	769917.1 N 119543.21 E	DUCHA Y LAVAMANOS

Fecha de emisión de informe: 02/12/2020

INFORME DE ENSAYO N° 20187

<i>Métodos de ensayo empleados</i>			
<i>Tipo de Ensayo</i>	<i>Método de referencia</i>	<i>Año</i>	<i>Título</i>
pH (Medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+-B 23rd Ed.	2017	pH Value: Electrometric Method
Temperatura (Medición en campo)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed.	2017	Temperature: Laboratory and Field Methods
Conductividad	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B; 23rd. Ed.	2017	Conductivity: Laboratory Method
Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B; 23rd. Ed.	2017	Turbidity. Nephelometric Method

Anexo 11: Método Hunter

GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE HUNTER

N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable		N° de unidades	Gasto Probable
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula		
3	0,12	-	120	1,83	2,72	1100	8,27
4	0,16	-	130	1,91	2,80	1200	8,70
5	0,23	0,91	140	1,98	2,85	1300	9,15
6	0,25	0,94	150	2,06	2,95	1400	9,56
7	0,28	0,97	160	2,14	3,04	1500	9,90
8	0,29	1,00	170	2,22	3,12	1600	10,42
9	0,32	1,03	180	2,29	3,20	1700	10,85
10	0,43	1,06	190	2,37	3,25	1800	11,25
12	0,38	1,12	200	2,45	3,36	1900	11,71
14	0,42	1,17	210	2,53	3,44	2000	12,14
16	0,46	1,22	220	2,60	3,51	2100	12,57
18	0,50	1,27	230	2,65	3,58	2200	13,00
20	0,54	1,33	240	2,75	3,65	2300	13,42
22	0,58	1,37	250	2,84	3,71	2400	13,86
24	0,61	1,42	260	2,91	3,79	2500	14,29
26	0,67	1,45	270	2,99	3,87	2600	14,71
28	0,71	1,51	280	3,07	3,94	2700	15,12
30	0,75	1,55	290	3,15	4,04	2800	15,53
32	0,79	1,59	300	3,32	4,12	2900	15,97
34	0,82	1,63	320	3,37	4,24	3000	16,20
36	0,85	1,67	340	3,52	4,35	3100	16,51
38	0,88	1,70	380	3,67	4,46	3200	17,23
40	0,91	1,74	390	3,83	4,60	3300	17,85
42	0,95	1,78	400	3,97	4,72	3400	18,07
44	1,00	1,82	420	4,12	4,84	3500	18,40
46	1,03	1,84	440	4,27	4,96	3600	18,91
48	1,09	1,92	460	4,42	5,08	3700	19,23
50	1,13	1,97	480	4,57	5,20	3800	19,75
55	1,19	2,04	500	4,71	5,31	3900	20,17
60	1,25	2,11	550	5,02	5,57	4000	20,50
65	1,31	2,17	600	5,34	5,83		
70	1,36	2,23	650	5,85	6,09		
75	1,41	2,29	700	5,95	6,35		
80	1,45	2,35	750	6,20	6,61		
85	1,50	2,40	800	6,60	6,84		
90	1,56	2,45	850	6,91	7,11		
95	1,62	2,50	900	7,22	7,36		
100	1,67	2,55	950	7,53	7,61		
110	1,75	2,60	1000	7,84	7,85		

PARA EL NUMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VALVULA

Anexo 12: Cuantificación de los niveles del total de Sólidos disueltos

Cuantificación de los niveles de TDS	
	TDS
Excelente	<300 mg/L
Bueno	300-600 mg/L
Regular	600-900 mg/L
Pobre	900-1200mg/L
Inaceptable	>que 1200 mg/L
También inaceptable	Extremadamente bajo

Anexo 13: Categoría 3 Riego de vegetales y bebida de animales (MINAM)

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES DE TALLO BAJO Y TALLO ALTO		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
Fisicoquímicos		
Bicarbonatos	mg/L	370
Calcio	mg/L	200
Carbonatos	mg/L	5
Cloruros	mg/L	100-700
Conductividad	(μ S/cm)	<2 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruros	mg/L	1
Fosfatos - P	mg/L	1
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	0,06
Oxígeno Disuelto	mg/L	> =4
pH	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Sodio	mg/L	200
Sulfatos	mg/L	300
Sulfuros	mg/L	0,05
Inorgánicos		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,05
Bario total	mg/L	0,7
Boro	mg/L	0,5-6
Cadmio	mg/L	0,005
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	0,05
Cobre	mg/L	0,2
Cromo (6+)	mg/L	0,1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Niquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	2
Orgánicos		
Ácidos y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
Plaguicidas		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrin (CAS 309-00-2)	ug/L	0,004
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	0,001
Dieldrin (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endrin	ug/L	0,004

CATEGORÍA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDAS DE ANIMALES

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.			
PARÁMETROS	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
Biológicos			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helminos	huevos/litro	<1	<1(1)
<i>Salmonella</i> sp.		Ausente	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente	Ausente

Anexo 14: Registro Fotográfico

Visita al condominio LA Alameda de la Castellana- Santiago de Surco



CONODOMINIO LA CASTELLANA



EDIFICIO A



CUARTO DE BOMBAS



TUBERIA DE ABASTECIMIENTO

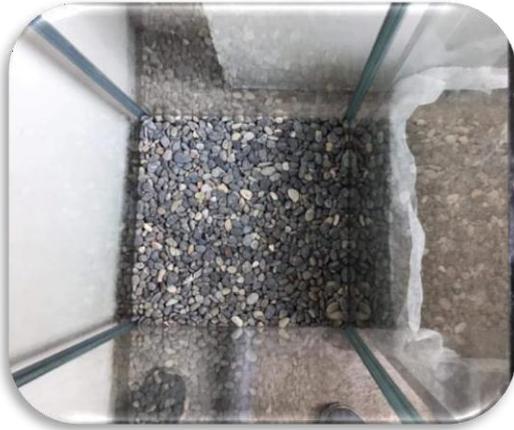


Construcción del prototipo de filtro

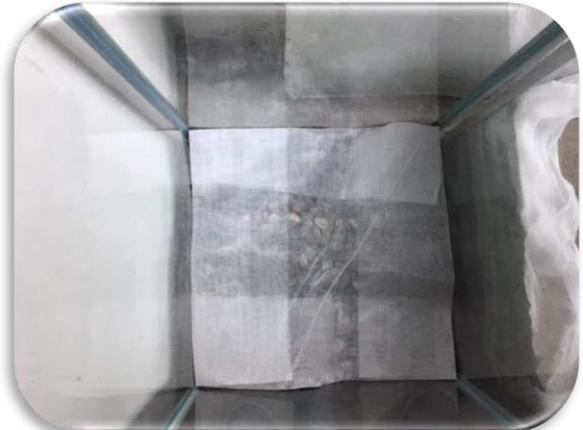


Lavado de los insumos

Materiales utilizados para el armado del prototipo Filtro lento de Arena



Gravilla



Malla de separación de insumos



Capa de arena gruesa



Capa de arena Fina



Capa de alumbre y piedra chancada



Filtro lento de arena con alumbre

Anexo 15: Resultado Turnitin

Rediseño de la infraestructura sanitaria empleando un sistema d.
reutilización de aguas grises en el condominio la Alameda de la
Castellana, Santiago de Surco 2020.

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Ricardo Palma Trabajo del estudiante	2%
2	repositorio.unsm.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	pt.scribd.com Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.unab.cl Fuente de Internet	1%
6	revistas.usc.edu.co Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
8	blog.fibrasynormasdecolombia.com Fuente de Internet	1%