



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

“Diseño de sistema de reciclaje de agua gris en condominio Los Nogales
empleando concreto permeable y carbón activo, SJL, 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Abarca Chavarry, Luis Alberto (ORCID: 0000-0002-6409-9738)

Criollo Valdivieso, Nilo (ORCID: 0000-0002-2252-461X)

ASESOR:

Mg. Paccha Rufasto, Cesar Augusto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Obras Hidráulicas y Saneamiento

Lima – Perú

2019

Dedicatoria

A Dios por permitirnos seguir esta etapa académica rodeado de personas que nos orientaron y apoyaron en todo momento.

Agradecimiento

A nuestras familias por el apoyo brindado para superarnos cada día.

A nuestros docentes que dedicaron su tiempo para nuestra formación, orientación y paciencia necesaria.

Índice

Carátula.....	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. Introducción	1
1.1. Realidad problemática	2
1.2. Trabajos previos	4
1.3. Teorías relacionadas al tema	7
1.4. Formulación al problema	16
1.5. Justificación del estudio	16
1.6. Hipótesis	17
1.7. Objetivos	17
II. Método	18
2.1. Tipo y diseño de investigación	19
2.2. Operacionalización de variables.....	20
2.3. Población, muestra y muestreo	20
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad...	21
2.5. Procedimiento	21
2.6. Método de análisis de datos	24
2.7. Aspectos éticos	25
III. Resultados	26
IV. Discusión	33
V. Conclusiones	37
VI. Recomendaciones	39
VII. Propuesta	41
Referencias	43
Anexos	46

Resumen

La investigación tuvo como objetivo determinar la influencia del diseño con concreto permeable y el carbón activo para el diseño de sistema de reciclaje de agua gris en el condominio Los Nogales 267, San Juan de Lurigancho, Lima, 2019. El uso de agua potable para actividades complementarias como limpieza y jardinería no genera desarrollo sostenible, pero se puede aprovechar el agua gris de duchas y lavamanos para reutilizar en estas actividades. La metodología, se realizó bajo el tipo de estudio exploratorio y diseño experimental en su forma cuasi-experimental, conformada por una muestra de 16 participantes (departamentos). Se definió como instrumento la encuesta para obtener la cantidad de personas y determinar mediante tablas el consumo de agua potable, para determinar la cantidad de recolección de agua gris y la cantidad de agua recuperable para la reutilización y el formato cadena de custodia para obtener resultados de la recolección de muestras de agua gris. Los resultados demostraron que los cálculos para dimensionamiento de componentes son importantes, así como el tratamiento de concreto permeable y carbón activo reducen los niveles de contaminación del agua gris tratada y cumplen con el D.S. N° 004-2017-MINAM, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, concluyendo que es apto para reutilizar en actividades complementarias de limpieza y jardinería. Además, se obtuvo los costos de implementación, operación y mantenimiento, siendo el retorno de inversión en dos años y cinco meses, luego la rentabilidad sería de S/. 84.94 soles mensuales en el condominio Los Nogales 267, San Juan de Lurigancho, Lima, 2019.

Palabras clave: agua gris, tratamiento, concreto permeable.

Abstract

The research aimed to determine the influence of the design with permeable concrete and active carbon for the gray water recycling system at the Los Nogales 267 condominium, San Juan de Lurigancho, Lima, 2019. The use of drinking water for complementary activities such as Cleaning and gardening does not generate sustainable development, but you can take advantage of the gray water of showers and sinks to reuse in these activities. The methodology was carried out under the type of exploratory study and experimental design in its quasi-experimental form, consisting of a sample of 16 participants (departments). The survey was defined as an instrument to obtain the number of people and determine through tables the consumption of drinking water, to determine the amount of gray water collection and the amount of recoverable water for reuse and the chain of custody format to obtain results of Gray water sample collection. The results showed that the calculations for component sizing are important, just as the treatment of permeable concrete and activated carbon reduces the levels of contamination of the treated gray water and complies with the D.S. N ° 004-2017-MINAM, category 3: Irrigation of vegetables and animal drinks, concluding that it is suitable for reuse in complementary cleaning and gardening activities. In addition, the costs of implementation, operation and maintenance were obtained, with the return on investment in two years and five months, then the profitability would be S / . 84.94 soles per month at the Los Nogales 267 condominium, San Juan de Lurigancho, Lima, 2019.

Keywords: Gray water, treatment, permeable concrete.

I. Introducción

1.1. Realidad problemática

Los incrementos poblacionales en núcleos urbanos (ciudades más importantes del mundo) siguen en aumento debido a que son generadoras de trabajo, educación, salud, entretenimiento entre otros. Esta distribución asimétrica también genera grandes problemas como autoconstrucciones informales o falta de viviendas, restricción o falta de agua potable y alcantarillado, tráfico vehicular caótico, contaminación entre otros.

La provincia de Lima y el Callao suman 10'580,900 habitantes según datos de abril 2019 (CPI), siendo Lima la ciudad más poblada del Perú y la segunda capital más desértica seguido del Cairo en Egipto, al tener el suelo árido es muy vulnerable a la escasez de agua. Según datos de SUNASS en dos años podría haber una sequía severa que duraría alrededor de cinco años reduciendo la continuidad aproximada de 7 horas diarias del servicio de agua potable.

El cambio climático está derritiendo los glaciares donde nace el agua para Lima. Esto podría producir riadas y aludes de lodo que la infraestructura actual no puede aprovechar para el almacenamiento de agua, como lo sucedido con el fenómeno climático del niño costero en el 2017, donde el distrito de San Juan de Lurigancho fue el más afectado por desborde del río Huaycoloro y la falta de agua potable continuo alrededor de una semana.

Además, la falta de reacción por parte del estado en preservación de las cuencas hidrográficas, falta de inversión en infraestructura y mantenimiento para Sedapal, aprobación flexible de contratos mineros cerca de la cuenca del Rímac, mal planteamiento urbano y falta de campañas de educación sanitaria, conllevarán al estrés hídrico de la capital, donde se incrementará las tarifas de agua potable y el servicio de agua potable será más discontinuo.

La Organización Mundial de La Salud (OMS) menciona que la cantidad óptima para consumo humano es de 100 l/h/d, pero el promedio de consumo en Lima y Callao es de 130 l/h/d (Sedapal).

El reciclaje de agua gris y su posterior reutilización a través de un sistema de reciclaje son buenas ideas para evitar que se consuma más agua potable para usos no potables. Por ello, Marjoram (2014) en su tesis "Graywater research findings at the residential level" cuyo objetivo fue asegurar un suministro de agua sostenible en de los Estados Unidos (Estado de Colorado). Su estudio ha demostrado con mucho éxito que la reutilización de aguas grises es una tecnología viable que requiere un tratamiento relativamente simple, fácil de operar y capaz de disminuir significativamente el uso del agua.

En la actualidad se busca el desarrollo sostenible que permita reutilizar el agua gris con el menor impacto negativo posible para el medio ambiente. El reciclaje de agua gris y su posterior reutilización a través de un sistema de reciclaje son buenas ideas para evitar que se consuma más agua potable para usos no potables. Israel es un líder en el sector del agua, cuenta con sistemas avanzados de tratamiento para el agua residual, capaces de poder recuperar el 85% de agua residual y pueden reciclar hasta el 99.8% que lo vuelven a poner a nivel de agua potable para beber, ducharse o en todos lo que se requiera.

Un sistema de reciclaje de agua es sostenible, si al reutilizar el agua disminuye el consumo de agua potable y resulta socialmente aceptable. Si bien la instalación no es tan simple, se necesita invertir en los componentes de instalación, mantenimiento y requiere cierta especialización, pero es sustentable desde el punto de vista ecológico, económico y social.

Pero el sistema de reciclaje de agua gris (SRAG) podría reducir el consumo desproporcionado de agua potable para realizar actividades donde se pueda usar agua reciclada, para permitir de esta forma que más personas dispongan de agua potable al reducir el consumo. La finalidad de este proyecto de investigación es realizar un diseño SRAG en el condominio Los Nogales empleando concreto permeable y carbón activo.

Las personas que habitan en el condominio Los Nogales ubicado en la calle Los Nogales 267, Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho, no tienen una sólida conciencia de desarrollo sostenible, ni conocimientos básicos sobre el reciclaje y reciclaje del agua gris, la vivienda tiene su sistema sanitario tradicional donde no se cuenta con aparatos ahorradores de agua ni sistemas para el reciclaje de agua gris (SRAG).

Las investigaciones de sistemas para el reciclaje de agua gris (SRAG) son muy importantes para generar conciencia ambiental de que el agua es un recurso muy importante y que si queremos que nuestras futuras generaciones puedan disponer de este recurso empecemos a poner en práctica e ir mejorándolo para el desarrollo sostenible de nuestro planeta.

1.2. Trabajos previos

Baquero (2013) en su tesis “Ahorro de agua y reutilización en la edificación en la ciudad de Cuenca, Ecuador” cuyo objetivo fue incorporar un sistema de reutilización de aguas residuales con poca contaminación en un proyecto de una vivienda unifamiliar para reducir agua, pero afirma para una vivienda multifamiliar sería similar pero en forma proporcional. Marjoram (2014) en su tesis “Graywater research findings at the residential level” cuyo objetivo fue asegurar un suministro de agua sostenible dentro de los Estados Unidos, particularmente en el árido Estado de Colorado. La investigación ha demostrado con éxito que la reutilización de aguas grises es una tecnología viable que requiere un tratamiento simple, es fácil de operar y es capaz de disminuir significativamente el uso del agua.

El-Askhar (2015) en su tesis “Treatment of Greywater Using Bio filtration and Permeable Pavement Systems”, cuyo objetivo fue investigar la cantidad y calidad del agua después de utilizar dos prototipos de tratamiento de filtrado, con pavimento permeable y sistema de biofiltración, resultando que ambos sistemas son factibles para riego en el Emirato de Abu Dhabi, pero menciona que se necesita explorar más detalladamente.

Muñoz (2016) en su tesis “What Is The Economic Feasibility Of Implementing Grey Water Infrastructure At The Citywide Level?”, para optar el título de magister en Ciencias, propuso como objetivo examinar la viabilidad económica de implementar varios sistemas de reciclaje de aguas grises a escala para la ciudad de San Francisco, concluyendo en que los sistemas para aguas grises tienen mayor factibilidad económica en edificios grandes con varias familias, y no es económicamente factible en casas unifamiliares. Además resalta que el sistema en una nueva construcción es menos costosa que en una modificación o remodelación. Con respecto al periodo de recuperación del proyecto menciona que las tarifas de agua y el estilo de vida (uso de agua y tipo de detergente) hacen una gran diferencia.

El implementar un sistema de agua gris podría ahorrar un 30-50% de agua potable, siendo el costo en San Francisco 1.8 mil millones de dólares americanos para incentivar la implementación de estos sistemas.

Shrestha (2017) en su tesis “Conceptual planning and designing of a greywater recycling system for a nursery house and a daycare centre in Karagwe, Tanzania”, para obtener su título de bachiller de ingeniería, propuso como objetivo proporcionar información detallada sobre el tratamiento de aguas grises para reutilización en inodoros, además el uso en riego y de esta manera generar desarrollo sostenible mediante el aprovechamiento de estas aguas.

Sanjuan (2017) en su tesis “Environmental assessment of water supply: cities and vertical farming buildings”, para optar el título de doctor en Ciencias Ambientales y Tecnológicas, cuyo objetivo fue la evaluación ambiental de toda la ciudad y luego en edificios con respecto a tecnologías de ahorro de agua, concluyendo que la recolección de agua de lluvia y recuperación de aguas grises tienen potencial significativo para ahorrar agua en áreas urbanas pero que requiere una planificación y aplicación adecuados para su efectividad.

Valera (2017) en su tesis “Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, consideró como objetivo hacer un análisis al tratamiento de aguas residuales grises para la reutilización en inodoros de un edificio ubicado en Canto Bello del distrito de San Juan de Lurigancho, concluyó que hay reducción de la contaminación del agua a un nivel aceptable a través del tratamiento, el presupuesto estimado fue de \$ 1,248.02 Dólares Americanos, siendo la recuperación de la inversión en 5 meses aproximados.

La disminución de contaminantes físicos es de aproximadamente 50% siendo: Dureza Pre prueba: 80 mg CaCo₄ = L⁻¹, Post pruebas: 40 mg CaCo₄ = L⁻¹; Turbiedad Pre prueba: 400 NTU, Post pruebas: 180 NTU; Sólidos Pre prueba: 500 mg L⁻¹, Post pruebas: 200 mg L⁻¹ Disminución de contaminantes químicos: pH Pre prueba: 8.54, Post pruebas: 8.02; Alcalinidad Pre prueba: 450 mg/l, Post pruebas: 250 mg/l; Cloruros Pre prueba: 350 mg/l, Post pruebas: 200 mg/l.

También hay disminución de contaminantes biológicos: Grasas y aceites Pre prueba: 80 mg/l, Post pruebas: 40 mg/l; Coliformes fecales Pre prueba: NO ufc/100ml, Post pruebas: NO ufc/100ml

Trujillo (2017) en su tesis “Propuesta de modelo de vivienda con instalaciones sanitarias que permita reutilizar las aguas grises en la descarga de inodoros, Nuevo Chimbote - 2017” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, consideró como objetivo proponer un modelo de vivienda con instalaciones sanitarias que permita reutilizar las aguas grises en la descarga de inodoros.

En el cual separo las aguas grises de las negras en las instalaciones sanitarias, el diseño de sistema de agua gris que consta de trampa de grasa y filtro de grava, además consta de cisterna y tanque elevado para el agua gris.

Los resultados del laboratorio Colecibi fueron: Coliformes totales <1.8 NMP/100ML, el ensayo de Demanda Bioquímica de Oxígeno = 70 mg/Lt. y el ensayo de Demanda Química de Oxígeno = 112 mg/Lt, el ensayo de aceites y grasas <2 mg/Lt. Finalmente, el pH = 7.22.

Loza (2017) en su tesis “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, 2017” para obtener el título profesional de Ingeniero Civil, consideró como objetivo hacer un sistema de tratamiento de agua gris para uso de agua en actividades no potables.

Según su investigación pretende recuperar el 44% de agua consumida del edificio, de un costo por departamento de S/. 42.42 nuevos soles a S/ 23.71 nuevos soles. Además cumple parámetros de calidad, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, Subcategoría: Agua para riego restringido según el D.S. N° 004-2017-MINAM. El monto de inversión es de sistema de reciclado de aguas grises en el edificio es de S/. 762,312.29 Nuevos Soles y es viable ejecutarlo siendo financiado por la inmobiliaria, garantizando su operación y mantenimiento por 20 años.

Arinaitwe (2018) en su tesis titulada “Suitable treatment of source separated greywater for discharge into an Urban Environment” para la obtención del título de magister en Agua y Medio Ambiente, propuso como objetivo identificar los métodos factibles para la realización del tratamiento de aguas grises separadas en fuentes de descarga en un entorno urbano como Oceanhamnen en Helsingborg (Suecia), donde todos los sistemas de tratamiento analizados y combinados (Contactor Biológico Rotativo RBC, Reactor biopelícula de lecho móvil MBBR, Biorreactor de membrana MBR, humedales construidos y biofiltro aerobio combinado y construcción de humedales) cumplen con los máximos requisitos de la normativa de calidad de las aguas de baños de la Estados Unidos de América.

Cubas (2018) en su tesis “Reducción del consumo de agua potable a través de la reutilización de aguas residuales domésticas, para el condominio Bella Aurora, Nuevo Chimbote-2018”, para obtener su título de Ingeniero Civil, propuso como objetivo determinar la influencia de la reutilización de agua residual doméstica en la reducción de agua potable, determinó que la reutilización de agua domestica si reduce el consumo de agua potable en el Condominio Bella Aurora, Nuevo Chimbote.

Determinó el ahorro de 43.75 % mensuales, siendo el costo del servicio de S/. 33.7 (21.47 m3) y luego de la implementación de reutilización de las aguas grises el costo mensual será de S/. 19 (12.08 m3).

1.3. Teorías relacionadas al tema

En la presente investigación, la materia de estudio fueron dos variables, “Diseño de sistema de reciclaje de agua gris” y “concreto permeable y carbón activo”

1.3.1. Concreto permeable y carbón activo

1.3.1.1. Pervious concrete (concreto permeable)

Es un concreto de estructura porosa, que contiene cemento portland, agregado grueso, muy poco agregado fino o nada, aditivos y agua (ACI 522R-13, 2013)

EL concreto permeable tiene dos diseños principales, uno estructural específicamente para pavimentos y el diseño hidrológico para gestión de aguas como infiltrar agua de lluvia, escorrentías, etc. (Porras, 2017, p. 12)

1.3.1.1.1. Características

La principal característica es el porcentaje de vacíos que posee el concreto permeable. Esto depende de la relación agua/cemento, el tipo de agregado, tipo de cemento y la compactación (Porras, 2017, p. 13)

Según ACI 522R-13, el porcentaje de vacíos se encuentra entre 15-35%, $f'c$ de 2.8-28 Mpa, drenaje entre 81-730 litros/min/m², considerando la relación agua-cemento de 0.28-0.40 (Patiño, 2013, p.22)

Para el uso de adoquín o loseta en pruebas realizadas, se obtiene que el porcentaje de vacíos si bien se aproxima al 15%, es relativamente alto, pero puede llegar a obtener un $f'c$ de 20.5 Mpa y una resistencia de tensión mayor a 3.5 Mpa. Siendo fuerzas suficientes para volumen bajo de tráfico en pavimentos (Porras, 2017, p. 13)

1.3.1.1.2. Método de diseño hidrológico

El diseño de mezcla de concreto poroso se basa en el porcentaje de vacíos el cual determina la velocidad de infiltración y el volumen de pasta que determina la adherencia del agregado grueso (Porras, 2017, p. 15). EL método empleado por Porras fue según principalmente ACI 522R-13.

1.3.1.1.3. Dosificaciones

La dosificación de losetas según Porras, se muestra en la tabla N° 1, donde se aprecia seis tipos de losetas con diferentes dosificaciones.

1.3.1.2. Diseño de filtro de concreto permeable

El concreto permeable basado en la metodología ACI 522R-13 se utilizará en el sistema de filtrado de agua gris, apoyándonos en el diseño hidrológico para la retención de sólidos y moléculas pesadas como minerales que pueda contener el agua gris.

Se elaboran moldes del tipo adoquín, los cuales se podrán retirar de una manera sencilla para su posterior mantenimiento o la colocación de uno nuevo dependiendo de la vida útil de adoquín.

El diseño óptimo para el filtro será aprovechar la capacidad permeable, reduciendo así la influencia de la resistencia del concreto para carga tratando de cumplir con lo esperado la máxima permeabilidad y retención de sólidos y macromoléculas.

Para ello, la influencia del tipo de agregado, la técnica de compactación y la colocación de mezcla tendrán un rol importante en el diseño final del concreto. (Porrás, 2017, p. 12)

Se pueden ver las losetas con distinta permeabilidad en la tabla N° 2.

1.3.1.3. Carbón activado granular

Es un carbón poroso que retiene compuestos orgánicos, debido al bajo costo y su gran eficacia se usa en la purificación de agua en casi la mayoría de industrias que tiene una misma relación. (Acquatecnología Perú, 2019, p.1)

1.3.1.3.1. Características

Los podemos elaborar o conseguir en múltiples formas o formatos adsorbe compuestos muy diversos en grandes cantidades eliminan los olores y sabores que pueden presentar las aguas grises actúa como purificador extrayendo los metales pesados que contiene el agua se presenta mediante dos variaciones, la de carbón activo en polvo y la de carbón activo granular, siendo la última la más usada para el tratamiento de aguas. (Acquatecnología Perú, 2019, p.2)

1.3.1.3.2. Aplicación

Actúa como eliminador de impurezas, mejorándolas propiedades del agua para el tratamiento de aguas reciclables en el refinamiento del agua gris tratada elimina el cloro libre que se encuentra en el agua potable retiene los agentes contaminantes orgánicos que se encuentran en el agua. (Acquatecnología, 2019, p.4)

1.3.1.4. Diseño de filtro de carbón

El diseño está constituido por el carbón activo granular considerando una capa de relleno de acorde a la calidad del agua requerida, el cual permitirá absorber y mitigar las diferentes bacterias de las aguas grises. En esta investigación se realizó 3 espesores de carbón de 1", 2" y 3" para determinar cuál brinda la mejor calidad del agua tratada.

1.3.2. Cálculos para dimensionamiento de componentes

1.3.2.1. Diseño de tanque filtro

1.3.2.1.1. Consumo de agua potable para producción de agua gris

La demanda se refiere a la cantidad (volumen y calidad) de agua que los usuarios adquieren para satisfacer sus necesidades (producción o consumo). La demanda se condiciona por varios factores como el precio, la actividad, la tecnología, etc. (RNE, 2018). En la tabla N° 3 se aprecia datos de demanda y descarga de agua por persona por día según Kestler.

1.3.2.1.2. Cálculo de producción de agua gris

Es la cantidad de agua gris que se puede recuperar mediante reciclaje de agua gris de lavabo y ducha por departamento. En la tabla N° 4 se aprecia la producción por departamentos del condominio.

1.3.2.1.3. Cálculo de volumen de tanque filtro

Según código de mezcla para el filtro de concreto permeable B A/C3 C1-1 siendo el caudal es 86441.05 ml/s equivalente a 86.44 litros /segundo. Ver tabla N° 2.

Formula del volumen del cilindro para hallar la capacidad del tanque filtro:

$$V = \pi * r^2 * h$$

Donde: **V** = volumen, **r**= radio, **h**= altura

1.3.2.2. Diseño de tanque filtro y de almacenamiento

1.3.2.1.2. Cálculo de volumen de tanque de almacenamiento

Formula del volumen de cilindro para hallar la capacidad del tanque de almacenamiento:

$$V = \pi * r^2 * h$$

Donde: **V** = volumen, **r**= radio, **h**= altura

1.3.2.3. Cálculo de tuberías

Es el área de tubería necesaria para que la descarga de agua de desagüe evite problemas en el sistema sanitario.

El diámetro de tuberías ramales de desagüe, se realiza a través de las unidades de descarga. Se puede apreciar en la tabla N° 5 las Unidades de descarga lo aparatos sanitarios y sus respectivas unidades de descarga, siendo en el lavatorio 2 unidades de descarga y en la ducha también 2 unidades de descarga por piso en el condominio.

Para el diámetro de la tubería montante se utilizará diámetro según tabla a través de las unidades de descarga de tabla N° 6, considerando las unidades de descarga por piso.

Para el diámetro del colector se utilizará según tabla N° 7 con la cantidad de unidades de descarga totales de cada torre de departamentos del condominio.

1.3.2.4. Cálculo de bombeo

Son los cálculos relacionados para determinar el dimensionamiento de tuberías y la bomba necesaria para el sistema de reciclaje de agua gris.

1.3.2.4.1. Caudal de máxima demanda simultánea (Q_{mds})

Para determinar el caudal máximo de demanda simultánea, se determina con la tabla N° 8 Gastos probables para la aplicación del Método de Hunter.

1.3.2.4.2. Caudal de bombeo (Q_b)

Es el caudal requerido para abastecer al tanque elevado con respecto al tanque de almacenamiento del sistema de reciclaje de agua gris. Se utiliza la siguiente ecuación.

$$Q_b = V_{te} / \text{tiempo}$$

Donde: **Q_b** = Caudal de bombeo, **V_{te}**= Volumen de tanque elevado, **T**= Tiempo de llenado

1.3.2.4.3. Cálculo la altura dinámica total

$$H_{dt} = H_g + H_f + P_s$$

Donde: H_g: Altura geométrica, H_f: Pérdida de carga, P_s: Presión de salida

1.3.2.4.4. La potencia de la bomba

$$POT = (Q_b \times H_{dt}) / 75 \times n$$

Donde: Pot: Potencia de electrobomba (HP), Q_b: Caudal de bombeo (l/s),
H_{dt}: Altura dinámica total (m) y n: Eficiencia de la bomba

1.3.3. Costos y retorno de inversión

Los costos son la inversión cuantificable de una nueva oportunidad (Harvard Business Press).

1.3.3.1. Costo de implementación

Es el costo de todos los materiales y componentes que se necesitan para la implementación del sistema de reciclaje de agua gris, incluido la mano de obra.

1.3.3.2. Costo de operación

Es el costo necesario para mantener en funcionamiento el sistema, como es la energía eléctrica que consume la bomba y que se necesita para el funcionamiento del sistema de reciclaje de agua gris, considerando que el personal es parte administrativa del condominio.

1.3.3.3. Costo de mantenimiento

Es el costo de mano de obra y componentes que se repone y/o cambia en el sistema de reciclaje de agua gris durante el mantenimiento.

1.3.3.4. Retorno de inversión

El retorno neto o retorno sobre la inversión, viene a ser el retorno del costo total de la inversión (Harvard Business Press).

1.3.4. Características del condominio

1.3.4.1. Descripción

El reglamento Nacional de Edificaciones define edificación a los inmuebles de propiedad horizontal, en el cuál una persona es dueña o propietaria de una unidad de compra y a la vez copropietaria de espacios comunes. Los gastos que se susciten son repartidos entre todos los propietarios (RNE, 2018)

El condominio los Nogales se encuentra ubicado en la calle Los Nogales 267, Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho. La edificación es de 550 m² con dos torres de cinco pisos, donde el primer nivel es para estacionamiento vehicular con un cuarto de servicio por torre, del segundo nivel al quinto cuentan con 8 departamentos (8 familias) en cada torre y 16 familias en total, el área verde es de 58 m² y el área común de tránsito peatonal es de 106 m² y área de estacionamiento de 366 m².

1.3.4.2. Dotación de agua potable

La dotación de agua con respecto a vivienda multifamiliar es considerada con respecto al número de dormitorios de cada departamento. (RNE, 2018), es por ello que se utilizará tabla N°9 para la dotación de agua por departamento.

1.3.4.3. Demanda de agua potable

La demanda se refiere a la cantidad (volumen y calidad) de agua que los usuarios adquieren para satisfacer sus necesidades (producción o consumo). La demanda se condiciona por varios factores como el precio, la actividad, la tecnología, etc. (RNE, 2018), es por ello determinar los datos de demanda de agua utilizando la tabla N° 10.

1.3.4.4. Costo de agua del condominio

La estructura tarifaria es caracterizada por presentar un cargo fijo y un cargo por volumen, tanto por los servicios de agua potable como también para el alcantarillado (Sedapal)

Para la obtención de costo por consumo de agua potable, la empresa SEDAPAL brinda una escala tarifaria de acorde al tipo de tarifa y categoría al que pertenece el predio, en la Tabla N° 11 se puede ver la escala tarifaria de Sedapal.

1.3.5. Agua gris

EL agua gris se genera de aparatos como duchas lavamanos, lavaderos, etc. Que pueden ser reutilizados para ahorrar de 30%-45% de consumo de agua potable. Además, reducir la carga de agua residual minimiza la destrucción de reserva de agua subterránea (Loza, 2017, p.15). En este estudio se considera el lavadero y ducha al considerar que estas dos fuentes de agua gris son las menos contaminadas y optimizan el tratamiento.

1.3.5.1. Características

Las características varían con respecto a la calidad de agua potable, la infraestructura (diseño y componentes) y las condiciones de uso, pero se caracterizan por la composición común de las propiedades que son tres (físico, químico y biológico) pero con diferente concentración y condiciones. (Loza, 2017, p.15)

1.3.5.1.1. Aceites y grasas

Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas.

Son sustancias que permanecen a flote entorpeciendo cualquier tipo de tratamiento físico o químico por lo cual se debe eliminar antes del tratamiento de un agua residual. (Franco Alvarado, 2012, p.25).

1.3.5.1.2. DBO₅

Es la cantidad de oxígeno que necesitan los microorganismos para degradar la materia orgánica presente en el agua. Esta prueba se realiza entre 3 y 5 días a 20°C por lo que se expresa como DBO o DBO₅, respectivamente. (Espigares García, 2015, p.12).

1.3.5.1.3. DQO

Mide la cantidad de materia orgánica del agua, mediante la determinación del oxígeno necesario para oxidarla, pero en este caso proporcionado por un oxidante químico como el permanganato potásico o el dicromato potásico. Este parámetro no puede ser menor que la DBO, ya que es mayor la cantidad de sustancias oxidables por vía química que por vía biológica. (Espigares García, 2015, p.13)

1.3.5.1.4. Cloruros

Se consideraban como indicador indirecto de contaminación fecal, ya que el hombre elimina unos 6 gr de cloruros al día aproximadamente en las excretas. Pero los cloruros pueden tener otras procedencias, como son la infiltración de aguas marinas, en los acuíferos subterráneos próximos al mar, y también pueden aparecer debido al uso de sustancias ablandadoras, en los tratamientos del agua de abastecimiento, cuando la dureza de ésta es elevada, por lo que en la actualidad los cloruros han perdido todo valor como indicador de contaminación fecal. (Sancha, 2002 p. 50).

1.3.5.1.5. Conductividad

La conductividad eléctrica refleja la capacidad del agua para conducir corriente eléctrica y está directamente relacionada con la concentración de sales disueltas en el agua (Espigares García, 2015, p.10)

1.3.5.1.6. pH

Es la medida del grado de la acidez o alcalinidad de una solución, su rango va de 0 a 14, en donde el valor de 7 representa la neutralidad. Los valores debajo de 7 indican acidez y los encima de 7 indicaran su alcalinidad.

Normalmente, las aguas naturales, tienen un pH entre 6.5 y 8.5. De esta manera, el pH influirá en los procesos de desinfección y coagulación., añade (Friedler, 2003, p. 19)

1.3.5.1.7. Sustancias activas al azul de metileno (SAAM)

Las sustancias activas al azul de metileno (SAAM) es cuando la solución acuosa de azul metileno se trasfiere a un líquido, la intensidad del color resultante es una medida de las sustancias activas al azul de metileno (<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155>

1.3.5.1.8. Turbidez

Se debe a la cantidad de materias en suspensión que hay en las aguas residuales como limo, materia orgánica y microorganismos. (Espigares García, 2015, p.10).

1.3.5.1.9. Coliformes fecales

Son las bacterias del grupo de coliformes totales capaces de fermentar lactosa a 44-45 °C, llamados coliformes termotolerantes. En su mayoría del agua, el género predominante es *Escherichia*, pero algunos tipos de bacterias de los géneros *Citrobacter*, *Klebsiella* y *Enterobacter* (www.bvsde.paho.org)

1.3.5.1.10. Huevos de Helminto

Los parásitos de Helminto (gusanos) son de preocupación para la salud humana. El huevo constituye la etapa contagiosa, provienen de las heces y se extienden a las aguas residuales, suelo o alimentos. El huevo es muy resistente a factores ambientales y a la desinfección con cloro en plantas de tratamiento de agua residual (Bitton, 1994)

1.3.5.1.11. Escherichia Coli

Escherichia coli es una bacteria habitual del ser humano y otros animales de sangre caliente. Aunque en su mayoría son inofensivas algunas pueden causar una grave enfermedad (OMS, de https://www.who.int/topics/escherichia_coli_infections/es/)

1.3.5.2. Marco legal

El país no cuenta con una normativa específica para reutilización de agua gris en viviendas, se debe enfocar en los estándares de calidad ambiental (ECA) y otras disposiciones existentes como el ECA según D.S. N° 004-2017-MINAM, entre otros como se menciona en la tabla N° 12 Disposiciones legales para agua residual en el Perú

1.3.5.3.1. Límites máximos permisibles (LMP)

Son las concentraciones de los parámetros biológicos, químicos y físicos se encuentran en el efluente, que si se excede puede causar daños a la salud y al ambiente. Los estudios de esta investigación están basados en el D.S. N° 004-2017-MINAM que subdivide en categorías, siendo el más cercano la categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales según Tabla N° 13.

1.3.5.3. Producción de agua gris

La primera parte es separar las aguas grises de ducha y lavamanos a través de una otra línea de drenaje que se acoplaran a un montante para aguas grises. Se podría considerar un tubo de PVC menor como el de 3" (Llanos, 2012, p.33). Se puede apreciar la producción de agua gris en la Tabla N° 14.

1.3.5.4. Consumo de agua gris

El consumo de agua gris viene a ser la cantidad de agua reutilizable que será necesaria para suplir las necesidades complementarias de limpieza y jardinería, se puede apreciar el uso de agua gris en la tabla N°15.

1.3.6. Sistema de tratamiento de agua gris

Un sistema viene a ser la interacción de componentes para obtener un fin común (Vizcaino, 2015, p. 176). Es por ello, la elección del diseño y los componentes deben ser correcto para evitar sobredimensionamiento, costo excesivo y funcionamiento incorrecto.

Se debe de tener consideración de criterios previos y cálculos adecuados para evitar errores en el diseño.

1.3.6.1. Tuberías

Son los elementos cilíndricos huecos que sirven principalmente para trasladar líquidos (Fabián Coelho). Además, es un componente normalizado por su diámetro y espesor de pared (Varetto)

1.3.6.1.1. Ramal de desagüe

Tubería comprendida entre la salida de servicio y el montante o colector. (RNE, 2018)

1.3.6.1.2. Montante

Tubería vertical de un sistema de desagüe que recibe la descarga de los ramales. (RNE, 2018)

1.3.6.1.3. Colector

Tubería horizontal de un sistema de desagüe que recibe la descarga de los ramales o montantes. (RNE, 2018)

1.3.6.2. Tanque filtro

Es el depósito que contiene el filtro de concreto permeable y el filtro de carbón activo, que tiene la capacidad de filtrar el agua gris y reducir los contaminantes físicos, químicos y biológicos.

1.3.6.3. Tanque de almacenamiento

Los tanques son depósitos para contener un fluido como en el caso del agua gris. Los tanques de almacenamiento deben ser resistentes e impermeables para preservar la calidad del agua, dotados de dispositivos para un correcto funcionamiento operacional y de mantenimiento (RNE, 2018)

1.3.6.4. Bomba

Las bombas, son máquinas que transforman la energía mecánica en energía hidráulica (velocidad y presión) comunicada al fluido que circula por ellas. (www.fnmt.es)

1.4. Formulación al problema

1.4.1. Problema principal

¿Cómo influye el diseño con concreto permeable y el carbón activo para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019?

1.4.2. Problemas específicos

¿Cómo aporta el tratamiento con concreto permeable y carbón activo para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019?

¿Cómo influyen los cálculos para dimensionamiento de componentes para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019?

¿Cómo inciden los costos y retorno de inversión para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019?

1.5. Justificación del estudio

Nuestro proyecto de investigación contiene justificación de relevancia social, implicaciones prácticas y valor teórico.

Con respecto a la relevancia social, ¿Cuál es la trascendencia social? Existe hoy en día un gran desperdicio de agua potable, los cuales están provocando que menos personas puedan disponer del servicio de agua potable continuo. Por ello, el sistema de reciclaje de agua gris (SRAG) fomentará la práctica del uso de este sistema para aminorar el consumo de agua potable que generará sostenibilidad hídrica. ¿Quiénes estarían beneficiados con estos resultados de la investigación? Aquellas personas que, dispuestas a implementar el diseño del sistema en sus viviendas, condominios, etc. para minimizar el consumo de agua potable.

Así mismo en la parte práctica, ¿ayudará a solucionar algún tipo de problema real?, hoy en día vemos que la falta de conciencia del manejo del agua hace que utilicemos el agua potable en usos no potables como el inodoro, limpieza de patios, vehículos, jardinería, etc. Por ello, el reúso del agua gris generará reducción de consumo y por ende la reducción económica del servicio de agua potable.

Del mismo modo el valor teórico, ¿se suplirá algún vacío de conocimiento?, la investigación realizada ha resuelto dudas con respecto al desarrollo sostenible y el sistema de reciclaje de agua gris (SRAG) y su reutilización. Los residentes de del condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, no tienen una sólida conciencia ambiental, ni conocimientos básicos para implementar un sistema de reciclaje de agua gris (SRAG) y su reutilización. Luego de realizada la presente investigación es posible capacitar a las personas para que puedan tener conciencia del manejo del agua para que puedan aceptar la implementación de un sistema de reciclaje de agua gris (SRAG) en sus viviendas.

1.6 Hipótesis

1.6.1. Hipótesis general

El diseño con concreto permeable y el carbón activo contribuirían al sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.

1.6.2. Hipótesis específicas

El tratamiento con concreto permeable y carbón activo aportarán al sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.

Los cálculos para dimensionamiento de componentes influyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.

Los costos y retorno de inversión influyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Determinar la influencia del diseño de concreto permeable y el carbón activo para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.

1.5.2 Objetivos Específicos

Establecer si el tratamiento con concreto permeable y carbón activo aportan en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.

Establecer si los cálculos para dimensionamiento de componentes contribuyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.

Determinar si los costos y retorno de inversión influyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.

II. Método

2. Método

La presente investigación tiene un método “Deductivo” orientado a ser “Aplicado” con un enfoque “Cuantitativo”.

Es “Cuantitativo” debido a que delimita y recopila datos para obtener resultados con medición numérica. Además, análisis estadístico que se utiliza para determinar cantidades y relaciones (Hernández, 2016, p. 170). De esta manera, se obtuvieron datos del consumo de agua, así como los residentes de la edificación (población), para realizar el dimensionamiento de los componentes y los resultados de muestras para verificar los límites máximos permisibles.

Además, es “Deductivo” debido a que comienza con la teoría para generar expresiones llamadas hipótesis (Hernández, 2014). De esta manera verificar si el sistema de reciclaje de agua gris cumple las expectativas que se plantearon al realizar esta investigación.

Y es “Aplicado” porque cada ciencia contiene sus métodos, categorías y especialidades (Argentina G. en Hernández, 2014, p. 125). De esta manera, materializamos los conocimientos aprendidos aunando diversos conocimientos para implementar el diseño sistema de reciclaje de agua gris (SRAG)

2.1. Tipo y diseño de investigación

2.1.1. Tipo de estudio

La presente investigación tiene un enfoque “Exploratorio” debido que se pretende conseguir nuevas posibilidades de la reutilización de agua gris.

La parte “exploratoria” sirve como base a la investigación de investigaciones anteriores (Hernández, 2014, p. 90). De esta manera, se pretende verificar y aportar información con respecto a la reutilización del agua gris.

2.1.2. Diseño de investigación

La presente investigación tiene un diseño de propósito “Experimental”.

Y según el tipo de diseño es “Experimental” en su forma “Cuasi-Experimental”

Es cuasiexperimental cuando se manipula una variable independiente para ver el efecto en la variable dependiente, variando de los experimentos puros por el grado de seguridad (Hernández, 2016, p. 151). En las pruebas en el diseño sistema de reciclaje de agua gris (SRAG) para obtener datos de la calidad del agua tratada, se eligió una muestra y con altura de capas de concreto y carbón establecidas a criterio propio, debido a que no se pudo acoplar

al sistema de descarga debido a que los propietarios no se ponen de acuerdo para autorizar la modificación del sistema de agua residual en el condominio.

2.2. Operacionalización de variables

2.2.1. Variables

Variable independiente: Concreto permeable y el carbón activo

Variable dependiente: Diseño de sistema de reciclaje de agua gris

2.2.2. Operacionalización

Se encuentra definido en la “Matriz de consistencia de la sección “Anexos”

2.3. Población, muestra y muestreo

2.3.1. Población

La población comprende los residentes del condominio Los Nogales ubicado en calle Los Nogales 267, Urbanización Canto Bello, San Juan de Lurigancho, los cuales fueron obtenidos mediante encuesta propia.

2.3.2. Muestra y muestreo

La muestra está conformada por 16 participantes (01 participante / departamento), que se obtendrá al utilizar la fórmula de KREJCIE & MORGAN, con probabilidad de éxito “p” y probabilidad de fracaso “q” de la muestra de 0.50 y error de 0.05. Ver tabla N°16.

Se utilizará el muestreo “no probabilístico”, condicionado por dos criterios; el primero, porque, tiene relación con el diseño cuasi experimental de la investigación y el segundo, porque los elementos que conformaron la muestra estuvieron definidos por su afinidad en el estudio de generar desarrollo sostenible (variable dependiente).

2.3.3. Criterios de selección

Los principales criterios utilizados para la selección de la muestra son:

- 1ro. El Objeto de nuestro proyecto de investigación y campo de estudio respectivamente.
- 2do. Los participantes elegidos fueron personas que residen en el condominio “Los Nogales”, más no personas visitantes.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas que se utilizaron en el proyecto de investigación:

- **Encuesta**, Se conformó por encuestas:

Se utilizó para determinar la cantidad de personas por departamento y el consumo de agua mensual de cada departamento del condominio.

- **Cadena de custodia**, se utilizó para identificar los frascos con las muestras de pre-tratamiento y post-tratamiento para su posterior análisis físico, químico y biológico.

2.4.2. Validez y confiabilidad de instrumentos de investigación

La validez, es referido al grado real medible del instrumento con respecto a la medición de la variable (Hernández, 2016, p. 199).

Para el caso de los protocolos que se obtuvieron del Laboratorio Inspection & Testing Services del Perú S.A.C. (ITS), brindad la validez y confiabilidad debido que utilizan procedimientos estándares, además son regulados por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL).

2.5. Procedimiento

2.5.1. Etapa 1 - Pre dimensionamiento y dimensionamiento del Diseño de sistema de reciclaje de agua gris

Se preparó una encuesta para determinar la cantidad de personas en los 16 departamentos del condominio y de esta manera hacer los cálculos de consumo de agua potable, cantidad de recolección de agua gris y cantidad de agua gris para reutilización.

Se realizó un levantamiento del plano sanitario (Anexos: planos), considerando las líneas independientes provenientes de las duchas y los lavabos de los departamentos del condominio Los Nogales.

Diseño de tanque de filtro

El tanque de pre-filtro está conformado por un molde de concreto permeable de 5 centímetros de espesor en la parte superior interna y un molde de carbón activo granular de 2.5 centímetros de espesor en la parte inferior interna del tanque filtro, siendo el espesor de este último el elegido debido a los mejores resultados de laboratorio, además de cumplir con los parámetros según el DS 004-2017-MINAM. Ver figura N° 1 dimensiones del tanque filtro.

Diseño de depósito acumulador

Para el diseño del depósito acumulador se debe tener en cuenta la capacidad de almacenaje necesario para suplir el consumo de agua gris total, es decir la reutilización en áreas verdes, áreas comunes y área de estacionamiento. Ver figura N° 2 dimensiones del tanque de almacenamiento.

El depósito de filtro y el depósito acumulador deben tener las siguientes características:

- Material compuesto por resinas de polietileno
- Red de evacuación de sobrellenado a través de un tubo de rebose ubicado en la parte superior y conectado a la tubería montante que va al alcantarillado
- Tapa hermética para evitar la aceleración de putrefacción de sólidos
- El depósito acumulador está ubicado en un lugar de la vivienda que no sea muy transitado y no pueda ser manipulado por menores y/o personas que no conozcan el contenido

Con los cálculos obtenidos se considera un punto de desagüe de cuatro pulgadas en la parte inferior de la losa del primer piso, como punto de salida de las aguas grises procedente de los servicios higiénicos (lavabo y ducha) de los departamentos a partir del segundo nivel, la cual se conectará hacia el tanque de pre-filtro con los accesorios requeridos para su posterior desmontaje (tubo, adaptadores, universales, niples, llave de paso).

El agua gris pasa a través de la línea de desagüe de cuatro pulgadas, ingresa al pre-filtro, reteniendo las partículas y moléculas pesadas en el concreto permeable y pasando luego hacia el carbón activo donde se retendrán gran parte de los contaminantes físico-químico y principalmente microbiológico.

Al pasar por el filtrado final tendrá una línea de conducción de agua de 3/4" hacia el tanque de almacenamiento de la capacidad requerida según los cálculos realizados, con los accesorios necesarios para su posterior mantenimiento

Estos dos tanques contarán con sus respectivas salidas de rebose hacia la tubería montante principal que va hacia el colector.

2.5.2. Etapa 2 – Recolección de muestras para análisis y resultados

Esta etapa consiste en la obtención de muestras de pre-filtro y post filtro para el análisis y comparación de resultados.

Captación de muestra

Se recopiló muestra de agua gris del lavabo y ducha (un departamento elegido del condominio) en las cantidades necesarias y en los envases adecuados para no contaminar las muestras.

Recolección de muestras para laboratorio

Con la muestra de agua gris de un departamento elegido, se vierte el agua gris en los envases de muestras de calidad.

Se debe de utilizar los implementos de seguridad para evitar lesiones y/o contaminación de muestras de calidad de agua. Además, llenar los formatos de cadena de custodia por cada muestra que será analizada.

Se determinó dos puntos de muestreo, la primera en la parte antes del filtro (pre-filtro) y la segunda después del filtro (post-filtro) en la segunda se realiza 3 muestras debido a tres capas de distinto nivel de carbón activo para determinar el nivel de capa adecuado para un óptimo trabajo del filtro.

Muestras de Pre-filtro

Se llenan los frascos de muestras de agua residual domestica (ARD) y se llena los formatos de fichas de recolección de muestras. Estas muestras son las aguas grises sin tratamiento.

Guardar los frascos en las neveras portátiles para evitar cambios de temperatura y contaminación.

Muestras de Post-filtro

Se llena el filtro con el carbón activo a una altura de capa de 2.5cm (1 pulgada), se procede a compactar ligeramente el carbón, luego se coloca el concreto permeable como filtro y se tapa el filtro.

Luego se procede a verter el agua gris sobre el tanque filtro. Se espera a que fluya y empiece a caer el agua gris tratada, luego se procede a llenar los frascos de muestras de calidad de agua residual domestica (ARD) y paralelamente se va llenando los formatos de fichas de recolección de muestras. Estas muestras son las aguas grises con tratamiento.

Guardar los frascos en las neveras portátiles para evitar cambios de temperatura y contaminación.

Se debe de realizar el proceso anterior tres veces debido a que se modificó la altura de la capa de carbón. Primero de 2.5cm, 5.0 cm y 7.5 cm. Para realizar la comparación de calidad del agua gris.

Transporte de muestras de Sistema de reciclaje de Agua Gris hacia laboratorio

Luego de obtener todas las muestras se lleva hacia el Laboratorio Inspection & Testing Services del Perú S.A.C. (ITS), para el análisis de cada muestra recolectada en los envases. Diez días después se recoge los resultados para analizar los resultados y determinar si cumple con la hipótesis planteada, para la reutilización del agua gris en actividades de requerimiento de agua no potable (cochera, jardín y áreas comunes).

Mantenimiento

El mantenimiento del depósito de filtro y el depósito acumulador se debe realizar cada tres meses, considerando lo siguiente:

Cerrar la llave de paso principal que se coloca en la parte superior del tanque de filtro, abrir las llaves universales, retirar el depósito de filtro y sacar el molde de concreto permeable y luego el tamiz con el carbón activo. Limpiar y lavar el molde de concreto permeable y reemplazar el carbón activo.

2.6. Método de análisis de datos

Los experimentos de laboratorio se realizan en condiciones controladas, en las cuales el efecto de las fuentes de invalidación interna es eliminado, así como el de otras posibles variables independientes que no son manipuladas o no interesan (Hernández, Sampieri et al., 2013 y Crano, 2003)

Las muestras y formatos de recolección de muestras se encuentran a cargo del Laboratorio Inspection & Testing Services del Perú S.A.C. (ITS) el cual utiliza métodos estándares nacionales e internacionales para el análisis y proceso de datos, además está regulado por el Instituto Nacional de la Calidad (INACAL).

El diseño de mezcla hidrológico de concreto se basó en la norma ACI 522R-13 y la calidad del agua a través de los resultados del laboratorio ITS Perú. Con los resultados obtenidos se realiza el tratamiento de los datos a través del software Microsoft Excel. Los resultados comparativos obtenidos del proceso propio de datos se presentan mediante gráficos en los resultados.

2.7. Aspectos éticos

Debido a antecedentes anteriores no propios, donde se infringió el uso de información privada de las personas que aportan información para el desarrollo de investigaciones, se consideró lo siguiente:

Consentimiento voluntario, es decir al realizar la búsqueda de información a través de los instrumentos a los participantes de manera respetuosa, y ellos decidieron participar de forma voluntaria, sin ejercer influencia, presión o acoso.

Los instrumentos utilizados tratan de minimizar información personal de los encuestados para evitar uso inadecuado de estos.

Finalmente, se restringe el uso de información personal a terceros, para mantener su privacidad, evitar perjuicios y mantener la confianza para futuras participaciones que se realicen en futuras investigaciones.

III. Resultados

3.1. Cálculos para dimensionamiento de componentes

Se debe determinar la cantidad de agua gris necesaria para limpieza de áreas comunes, cochera y jardinería obteniendo 1.06 m^3 . Ver tabla N° 17 Consumo total de agua gris.

Para determinar la producción total de agua gris, se utiliza la demanda de agua de tabla N° 3 de Datos de demanda y descarga de agua por persona por día.

La demanda de agua es de 30 litros por persona por día, pero el coeficiente de retorno (C) es el 80% según RNE OS.070 Redes de aguas residuales, entonces se recuperará 24L/d/p. Entonces la producción total es de $1.368 \text{ m}^3/\text{día}$. Ver tabla N° 4 Producción de agua gris total de los departamentos.

La producción total de agua gris es de 1.368 m^3 de agua gris por día, es decir es mayor que el consumo de agua gris de 1.06 m^3 . Entonces si cumple el agua gris producido abastece al agua gris requerida para las actividades complementarias.

3.1.1. Diseño de tanque filtro

Para el dimensionamiento de tanque filtro es necesario saber la producción máxima simultánea de agua gris es de $170.667 \text{ L/día/persona}$. Ver tabla N° 18 Máxima demanda simultanea de agua gris.

Además, la loseta B A/C3 C1-1 tiene una filtración de 86.44 L/s (Ver tabla N° 2), si dividimos la producción máxima simultanea entre la capacidad de filtración de la loseta se obtiene que el filtrado de la demanda máxima será en 1.974 segundos.

Por ende, el tanque filtro tiene que ser mayor que el caudal de filtrado de 86.44 L/s , es decir 90 litros. Ver figura N° 1 para ver las dimensiones del tanque filtro y tabla N° 19 para ver el cálculo de volumen del tanque filtro.

3.1.1.1. Diseño de filtro de concreto permeable

Considerando el espesor de 5cm de altura, y un diámetro promedio de 46cm. Se procede a hallar el volumen del concreto permeable de 0.008 m^3 . Ver tabla N°20.

Además, para el diseño de mezcla para el filtro de concreto permeable se utiliza datos de Porras del filtro B A/C3 C1-1 de relación Agua cemento 0.30. Ver tabla N° 21.

3.1.1.2. Diseño de filtro de carbón activo

Considerando el espesor de 1", 2" y 3" de altura, y un diámetro promedio de 42cm. Se procede a hallar el volumen del carbón activo, siendo el volumen de 0.004 m^3 para una pulgada, 0.007 m^3 para dos pulgadas y un volumen de 0.011 m^3 para una altura de tres pulgadas. Ver tabla N° 22, 23 y 24.

3.1.2. Diseño de tanque de almacenamiento

Para el dimensionamiento de tanque de almacenamiento es necesario saber la cantidad de agua necesaria para limpieza de áreas comunes, cochera y jardinería y se obteniendo 1.06 m³, como se puede apreciar en la tabla N° 16.

Por ende, el tanque de almacenamiento tiene que ser mayor que el consumo total diario de agua gris, es decir un tanque de 1100 litros que es comercial. Ver figura N°2 para ver dimensiones del tanque de almacenamiento y Tabla N°26 para el volumen del tanque.

3.1.3. Cálculo para dimensionamiento de tuberías

3.1.3.1. Dimensionamiento de diámetro de ramales de desagüe

Se puede determinar que los diámetros de lavatorio y ducha serán de 2" hasta la tubería montante horizontal, según tabla N° 5 de unidades de descarga RNE.

3.1.3.2. Dimensionamiento de diámetro de montantes

Se puede determinar el diámetro de montante según las unidades de descarga (UD).

En cada departamento hay 2 UD para el lavatorio y 2UD para la ducha, según tabla N°5, entonces por departamento hay 4 UD.

El diámetro del tubo de la tubería montante horizontal es de 2". Además, son 2 montantes por departamento, entonces la cantidad de montantes por piso son de 4.

3.1.3.3. Dimensionamiento de diámetro de colector

Se puede determinar el diámetro de montante según las unidades de descarga (UD).

En cada departamento hay 4 UD, entonces en los 4 pisos hay 16 UD. Por las cuatro tuberías montantes 64 UD. Según la tabla N°7 de Número de unidades de descarga por colector, con las 64 UD se determina que será el diámetro de 4" y una pendiente mínima de 1%.

3.1.3.4. Pérdidas de carga en la red de desagüe

Considerando que los accesorios generarán pérdidas de carga en la red de desagüe según tabla N°50, y como se observa en el plano se obtiene las pérdidas de carga en la red de desagüe como se puede observar en la tabla N°27.

3.1.4. Cálculo de bombeo

3.1.4.1. Caudal de máxima demanda simultánea (Qmds)

Para determinar los gastos probables, primero debemos de determinar la cantidad de Unidades de Hunter (UH). Entonces en 5 puntos para la limpieza de áreas comunes, se obtendrá 15 UH según se muestra en la tabla N°28.

En la tabla N°8 de gastos probables para la aplicación del método de Hunter, observamos que tenemos 15 UH, el gasto probable es de 0.44 l/s que es caudal máximo de demanda simultánea. Entonces: $Q_{mds} = 0.44 \text{ L/s}$

3.1.4.2. Caudal de bombeo (Qb)

Es el caudal requerido para abastecer al reservorio con respecto al tanque de almacenamiento del sistema de reciclaje de agua gris.

$$Qb = \frac{Vte (L)}{\text{tiempo (s)}}$$

Donde: **Qb** = Caudal de bombeo

Qmds = Caudal de máxima demanda simultanea (0.44 L/s)

TII = tiempo de llenado (2 horas)

$$Qb = \frac{453.3}{7200}$$

$$Qb = 0.0623 \text{ L/s}$$

Considerando el máximo caudal se tendría $0.44 \text{ L/s} + 0.0623 \text{ L/s}$ sería **0.5023 L/s**

3.1.4.3. Diámetro de tubería de impulsión

Es la tubería que transporta de la electrobomba al tanque elevado, en la Tabla N° 29 el diámetro de impulsión es de 1" en función del gasto de bombeo que es de 0.6 L/s.

Entonces el \emptyset impulsión = 20mm = 1"

3.1.4.4. Diámetro de rebose (cisterna)

EL diámetro de rebose se obtiene de la tabla N°30, de acuerdo a la capacidad del depósito que hasta 5000L es de 2", se asume ese valor por la capacidad de cisterna para agua gris es de 930 litros. Además, la pérdida por fricción según Hazen y Williams para cloruro de polivinilo (PVC) el coeficiente (C) es de 150. Ver Tabla N°31.

3.1.4.5. Pérdida de carga por impulsión

Las pérdidas de carga por impulsión de los componentes como válvula check, compuerta y codos de 90°, estos valores de pérdida de carga por medio de impulsión y longitud real de tabla N°32, tenemos:

$$C=150 \quad Q_b= 0.0005 \text{ m}^3 \quad D= 0.0254 \quad L_{\text{real}}= 17.00 \text{ m.}$$

Reemplazando en la formula se obtiene una pérdida de carga 0.77.

$$h_f = \frac{10.674 \times L \times Q^{1.852}}{C^{1.852} \times D^{4.87}}$$

$$h_f = \frac{10.674 \times 17 \times 0.0005^{1.852}}{150^{1.852} \times 0.0254^{4.87}}$$

$$h_f = 0.77$$

3.1.4.6. Cálculo la altura dinámica total

$$H_{dt} = H_g + H_f + P_s$$

Donde: H_g : Altura geométrica es de 20.5m

H_f : Pérdida de carga es 0.77m

P_s : Presión de salida es de 2.00m

$$H_{dt} = 20.5 + 0.77 + 2$$

$$H_{dt} = 23.27 \text{ m.}$$

3.1.4.7. Cálculo de la potencia de la bomba

$$POT = \frac{(Q_b \times H_{dt})}{75 \times \eta}$$

$$POT = \frac{(0.5023 \times 23.27)}{75 \times 0.5}$$

$$POT = 0.31 \text{ HP}$$

Considerando el siguiente superior comercial sería de 0.5 HP

Con los datos obtenidos se puede determinar el diseño del sistema de reciclaje de agua gris como se ve en la figura N° 3.

3.2. Resultados físicos, químicos y biológicos del agua gris

Se logró obtener resultados por debajo de los límites máximos permisibles según D.S. 004-2017-MINAM, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Se puede apreciar que el Agua Gris Con Tratamiento 1 (AGCT1) es el que tiene mejor comportamiento. Ver tabla N° 33.

3.3. Costo de servicio, operación y mantenimiento

3.3.1. Costo de servicio de agua potable normal

Para la obtención de costo por consumo de agua potable, la empresa SEDAPAL brinda una escala tarifaria de acorde al tipo de tarifa y categoría al que pertenece el predio. Ver tabla N° 11 de Escala tarifaria.

Para el condominio, cuyo consumo mensual es de 136.8 m³, se tiene, las unidades de uso son de 16 departamentos. Ver tabla N° 34.

En desagregado: $136.8/16 = 8.55 \text{ m}^3$

Agua = $8.55 * 1.478 = 12.64$

Alcantarillado = $8.55 * 0.901 = 7.70$

Los detalles de facturación normal se puede apreciar en la tabla N° 35 y es como se desglosa de la siguiente manera:

Facturación de agua $136.8 \text{ m}^3 * 1.478 = \text{S/}. 202.19 \text{ soles}$

Facturación de alcantarillado $136.8 \text{ m}^3 * 0.901 = \text{S/}.123.26 \text{ soles}$

Sumando el costo de cargo fijo más el costo de IGV, se tiene un gasto de S/. 389.97 soles

3.3.2. Costo de servicio de agua potable reutilizando el agua gris

En la tabla N° 36 se detalla la producción de agua gris, obteniendo 41.04m³ de agua gris de lavaderos y duchas. Entonces al consumo le restamos el agua gris: $136.8-41.04= 95.76 \text{ m}^3$.

Con este valor calculamos el nuevo costo mensual de agua con la reutilización de agua gris para el condominio, cuyo nuevo consumo mensual es de 95.76 m³, se tiene, las unidades de uso son de 16 departamentos. Ver tabla N° 37.

En desagregado: $95.76/16 = 5.985$

Agua = $5.985 * 1.478 = 8.85$

Alcantarillado = $5.985 * 0.901 = 5.39$

Los detalles de facturación con reutilización de agua gris se puede apreciar en la tabla N° 38 y es como se desglosa de la siguiente manera:

Facturación de agua $95.76 \text{ m}^3 * 1.478 = \text{S/}. 141.53 \text{ soles}$

Facturación de alcantarillado $95.76 \text{ m}^3 * 0.901 = \text{S/}. 86.28 \text{ soles}$

Sumando el costo de cargo fijo más el costo de IGV, se tiene un gasto de S/. 274.77 soles

3.3.3. Comparación de costos agua potable y agua reutilizada

Revisando la tabla N° 39 de la comparación de consumo de agua normal y consumo de agua con reusó, se tiene que cada departamento ahorraría la suma de S/. 7.20 soles.

Lo que correspondería a un ahorro del 29.54% del costo normal por el consumo de agua potable reutilizando el agua gris proveniente del lavabo y ducha. El ahorro mensual es de S/. 115.20 soles, entonces el ahorro anual es de S/. 1382.4 soles.

3.3.4. Costos de implementación del sistema de reciclaje de agua gris

Se logró determinar la cantidad de componentes para la implementación del Sistema de reciclaje de agua gris (SRAG) que se describe en la tabla N° 40 Costo de implementación del diseño de sistema de reciclaje de agua gris. El costo de implementación del sistema de diseño de reciclaje de agua gris tendría un costo de S/. 2309.23 soles.

3.3.5. Costos de operación del sistema

Puesto que la operación es manual y depende de la bomba que utiliza energía eléctrica, se tiene que en el Perú se estipula que el precio unitario del Kw/h es equivalente a S/. 0.54, considerando que para darle uso al agua gris tratada se emplea una hora de trabajo diario tendríamos:

El costo diario del consumo de energía sería de s/0.20, no se considera el costo de hora hombre, debido a que ese gasto se tendría que asumir como parte del gasto administrativo del condominio (personal de mantenimiento). Ver Tabla N°41 Costo operacional.

Consideramos que el costo operacional mensual sería: $S/.0.20 * 30 \text{ días} = S/.6.00$ mensuales.

El costo de operación anual es $S/.6 * 12 \text{ meses} = S/. 72.00$ anuales

3.3.6. Costos de mantenimiento del sistema

Se logró obtener los costos de mantenimiento considerados en la siguiente tabla.

De la tabla N° 42 Costo de mantenimiento, se considera que el mantenimiento se tiene que realizar 4 veces año, entonces: $S/. 72.78 * 4 \text{ veces} = S/. 291.12$ soles anuales.

3.4. Retorno de inversión y rentabilidad

El retorno de inversión se logra en los dos años y cinco meses del inicio de operación, incluyendo los costos de operación y mantenimiento. Ver tabla N° 43.

Posterior a dos años y cinco meses de funcionamiento se recuperará S/.1019.28 soles anuales, es decir que se tendrá una rentabilidad de S/. 84.94 soles mensuales. Ver tabla N° 44.

IV. Discusión

Nuestro estudio conlleva a afirmar nuestra hipótesis principal, donde el diseño con concreto permeable y el carbón activo contribuyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019, debido a las propiedades del concreto permeable y el carbón activo.

Por ello, se reafirma lo expuesto por Porras en su proyecto “Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad”. Donde menciona que el concreto permeable contribuye debido a las características que posee para filtrar y disminuir la cantidad de contaminantes.

De la misma manera, reafirmamos lo expuesto por la empresa Acquatecnología Perú, que nos menciona que el carbón activo contribuye a reducir los contaminantes físico-químicos y principalmente biológicos, debido al bajo costo y su gran eficacia se usa en la purificación de agua.

Considerando la viabilidad de este trabajo de diseño de un sistema de tratamiento de agua gris se puede concordar con Marjoram, según su tesis “Graywater research findings at the residential level” cuya investigación ha demostrado con éxito que la reutilización de aguas grises es una tecnología viable que requiere un tratamiento simple, es fácil de operar y es capaz de disminuir significativamente el uso del agua.

Con respecto a nuestra primera hipótesis específica del tratamiento con concreto permeable y carbón activo aportarán en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019. Podemos corroborar la influencia de ambos componentes, el concreto permeable y el carbón activo al trabajar en conjunto conlleva a un correcto tratamiento, esto se confirma con los resultados obtenidos del laboratorio “Inspection and Testing del Perú S.A.C.”

Con respecto a la segunda hipótesis de los cálculos para dimensionamiento de componentes influyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019. Consideramos que es muy importante debido a que no podemos permitir posibles problemas en el funcionamiento con malos dimensionamientos, tampoco sobredimensionar debido a que se eleva los costos de la implementación y modificación. Siempre se debe de considerar los reglamentos y normas con respecto a sistemas sanitarios. Es por ello que, reafirmamos la importancia de los cálculos de dimensionamiento como en el trabajo de Cubas, donde realizó el diseño del sistema de red domiciliaria de alcantarillado de agua gris, el sistema de tratamiento y el sistema de abastecimiento de agua gris del

condominio Bella Aurora. Utilizando el reglamento Nacional de Edificaciones, la norma I.S.010.

Con respecto a la tercera hipótesis de los costos y retorno de inversión influyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019. Podemos considerar que los costos y retorno de inversión influyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019. Siendo el costo de implementación del sistema de S/. 2309.23 soles, el costo de operación anual de S/ 72.00 soles y el costo de mantenimiento de S/ 291.12 soles. Además, posterior al año de retorno sobre la inversión se recuperará S/. 1019.28 soles anuales, es decir que se tendrá una rentabilidad de S/. 84.94 soles mensuales.

En nuestro proyecto de un diseño de sistema de reciclaje de agua gris corroboramos que no se necesita gran inversión ni muchos conocimientos avanzados, debido a que es fácil de realizar los cálculos para poder implementarlo y poder reutilizar el agua tratada para uso no potable.

Con respecto a la factibilidad económica, es conveniente tener en cuenta lo que menciona Muñoz en su tesis de estudio de agua gris a nivel ciudad, donde menciona que tienen mayor factibilidad económica en edificios grandes con varias familias, y no es económicamente factible en casas unifamiliares. Además, resalta que el sistema en una nueva construcción es menos costoso que en una modificación o remodelación.

Es por ello, que, al implementar un diseño de reciclaje de agua gris, se debería plantear la modificación de planos antes de la construcción para evitar inconvenientes y gastos elevados en la modificación del sistema sanitario, además es más factible cuando participan más familias donde el costo de implementar un diseño de sistema de reciclaje de agua gris es menor.

La viabilidad económica según Ardila es de 35% al 50% ahorro de agua y según Baquero es de 25% al 40%. En nuestro diseño se logró el 29.54%, siendo diferente con respecto a Ardila, pero dentro de los resultados de Baquero aunque solo se utilizó dos puntos recolección de agua gris, que son del lavamanos y ducha.

Si bien cada sistema de tratamiento de agua gris difiere de la zona, la captación, el método, los materiales utilizados, entre otras variables, pero los resultados siempre se reflejan reducción de contaminantes físico- químico y biológicos, es por ello que estamos de acuerdo con Valera en su tesis “Tratamiento de aguas grises para reutilizar en servicios higiénicos de

una vivienda Multifamiliar del edificio Canto Bello en San Juan de Lurigancho, 2017” donde concluyó que hay reducción de la contaminación del agua a un nivel aceptable según D.S. N° 004-2017-MINAM, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Con los parámetros similares con respecto a Valera, podemos hacer una comparación teniendo como referencia D.S. N° 004-2017-MINAM, luego nuestro trabajo con el agua gris sin tratamiento 1 (AGST1), agua gris con tratamiento 1 (AGCT1), agua gris con tratamiento 2 (AGCT2), agua gris con tratamiento 3 (AGCT3), posteriormente los resultados de Valera siendo PRE PRUEBA y POST PRUEBA.

Según la Tabla N° 51, consideramos que nuestros resultados son mejores que los de Valera, con respecto al DS 004-2017, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales. Es debido a que nuestro reciclaje de agua gris es solo lavabos y duchas.

El uso final que tendrá el agua gris, también viene a ser importante según cada estudio realizado, si bien Valera hace un estudio para uso en inodoros. Por otro lado, El-Askhar propone un para riego en el Emirato de Abu Dhabi. En nuestro caso es riego de jardinería, limpieza de áreas comunes y principalmente limpieza de cochera. Se debe de tener en consideración este estudio previo a la implementación para evitar inconvenientes como problemas de salud y ambientales.

Por ello, es importante cada etapa del proyecto desde el diseño, la implementación y las pruebas de calidad del agua gris, para evitar problemas de salud y ambientales.

V. Conclusiones

Se logró determinar la influencia positiva del diseño con concreto permeable y el carbón activo para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, en el distrito de San Juan de Lurigancho. Debido a que nuestra investigación encontró relación de la variable independiente “Concreto permeable y carbón activo” y la variable dependiente “Diseño de sistema de reciclaje de agua gris”, debido a las características y propiedades del diseño de mezcla del concreto permeable para filtrar y disminuir la cantidad de contaminantes y el carbón activo al contribuir a reducir los contaminantes físico-químicos y principalmente biológicos, debido al bajo costo y su gran eficacia se usa en la purificación de agua.

Se logró determinar el aporte del tratamiento con concreto permeable y el carbón activo para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, en el distrito de San Juan de Lurigancho. Debido que ambos componentes, el concreto permeable y el carbón activo al trabajar en conjunto conlleva a un correcto tratamiento, esto se confirma con los resultados obtenidos del laboratorio “Inspection and Testing del Perú S.A.C.”

Se estableció que los cálculos para dimensionamiento de componentes influyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019. Debido a que se evita sobredimensionar y elevar costos, al obtener las dimensiones adecuadas de las tuberías, accesorios, tanque filtro, tanque de almacenamiento y bomba, corroborado al realizar las pruebas al sistema.

Se logró determinar que los costos y retorno de inversión influyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019. Siendo el costo de implementación del sistema de S/. 2309.23 soles, el costo de operación anual de S/ 72.00 soles y el costo de mantenimiento de S/ 291.12 soles. El retorno de inversión es de dos años y cinco meses incluido el costo de operación y mantenimiento. Además, posterior al año de retorno sobre la inversión se recuperará S/. 1019.28 soles anuales, es decir que se tendrá una rentabilidad de S/. 84.94 soles mensuales.

Se logró preparar el filtro de concreto permeable utilizando la norma ACI 522R-13 con la dosificación de Porras, loseta permeable con código B A/C3 C1-1, siendo la relación A/C 0.30, una dosificación 0:4.5:1 y 17% de vacíos, obteniendo un caudal filtrante de 86441.05 ml/s equivalente a 86.44 litros /segundo.

Se logró determinar el nivel de capa de 1” de carbón activo debido a los óptimos resultados obtenidos del laboratorio “Inspection and Testing del Perú S.A.C.”

VI. Recomendaciones

Se recomienda realizar el diseño de reciclaje de agua gris antes de la construcción de la edificación, cuando se realiza el levantamiento de planos para evitar costos excesivos en la modificación o remodelación, así como menciona Muñoz en su tesis.

Para el mantenimiento adecuado se recomienda realizarlo cada tres meses, para limpiar el tanque de recolección de agua gris y el filtro, es decir limpiar el concreto permeable y cambiar el carbón activo para lograr un óptimo mantenimiento. Además, evitar el exceso de productos de limpieza (ablandadores), para evitar deteriorar el concreto permeable.

Se debe de vaciar el tanque antes de las 24 horas para evitar que los nutrientes se descompongan y generen malos olores según menciona Laura Allen en el manual de diseño de manejo de aguas grises para riego exterior. Además, Kestler en su tesis recomienda aplicar cloro por seguridad en el tanque de almacenamiento, debido a que el agua tratada aún está contaminada y es propenso a que se incrementen los microorganismos.

Se recomienda preparar el concreto permeable, utilizando la dimensión del molde y la dosificación que se encuentra en el presente trabajo. Además, el uso del filtro de concreto se puede utilizar 24 horas después de la preparación debido que la característica principal es el filtro y no la resistencia del concreto.

Se recomienda limpiar restos de cabello y productos de aseo del lavadero y ducha, para evitar bloquear el sistema de reciclaje de agua gris y a su vez evitar malos olores.

Se recomienda señalar toda la red de agua gris, principalmente en los puntos de salida con letreros indicando que es agua gris y solo para el uso de limpieza y jardinería.

VII. Propuesta

7.1. Recursos

7.1.1. Recursos humanos

La participación del personal que participo en este proyecto se puede apreciar en la Tabla N° 45, donde se encuentran dos estudiantes y cuatro asesores.

7.1.2. Materiales, equipos e insumos para elaboración de tesis

La Tabla N°46 muestra la cantidad de materiales e insumos utilizados para la elaboración de este proyecto. Y la tabla N° 47 se muestra el presupuesto para el diseño del sistema de reciclaje de agua gris.

7.1.3. Presupuesto para el diseño del Sistema de reciclaje de agua gris.

La Tabla N°47 muestra la cantidad de recursos para la investigación como los recursos para la ejecución de la investigación con sus respectivos precios, siendo el total de S/. 9807.30 soles

7.2. Financiamiento

El financiamiento es autofinanciado por los estudiantes de la investigación.

7.3. Cronograma de ejecución

La Tabla N°48 muestra el cronograma de ejecución de la investigación de la presente tesis.

Referencias:

- Aquafondo (24 de septiembre de 2013). Las cuencas de Lurín, Rímac y Chillón, fuentes de agua para Lima y Callao. Módulo para la creación de materiales de difusión sobre el problema hídrico en Lima y Callao. Recuperado de http://aquafondo.org.pe/wp-content/uploads/2015/11/2._Las_Cuencas_de_Lima_-_Chillon_Rimac_y_Lurin.pdf
- Ardila, M. (2013). Viabilidad Técnica y Económica del Aprovechamiento de Aguas Grises Domesticas. (Tesis de maestría). Recuperada de: <http://bdigital.unal.edu.co/45618/1/1010165974.2013.pdf>
- Ballesteros, M. et al. (2015). *El futuro de los servicios de agua y saneamiento en América Latina. Documento para discusión*. Caracas: Corporación Andina de fomento.
- Cot, L. (19 de marzo de 2019). Equipos reales para la reutilización de aguas grises [Información en un blog] Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/lourdes-cot/equipos-reales-reutilizacion-aguas-grises>
- De Echave, J. (13 de marzo de 2019) Proyecto minero pone en riesgo abastecimiento de agua para Lima. SERVINDI. Recuperado de <https://www.servindi.org/11/03/2019/el-agua-de-lima>
- El-Ashkar (2015). Treatment of Greywater Using Bio filtration and Permeable Pavement Systems. (Tesis de maestría).
Recuperada de https://scholarworks.uaeu.ac.ae/cgi/viewcontent.cgi?article=1186&context=all_theses
- Fluence New Team (20 de abril de 2019). Crisis de agua se avecina en Lima, Perú.
Recuperado de <https://www.fluencecorp.com/es/lima-peru-water-crisis/>
- García, A. (01 de septiembre de 2014) ¿Cuáles son las ciudades con mayor estrés hídrico del mundo? Iagua. Recuperado de <https://www.iagua.es/blogs/aguada-garcia-durango/cuales-son-ciudades-mayor-estres-hidrico-mundo>
- Hernández, R. et al. (2014) *Metodología de la investigación*. 6ta ed. México D.F.: McGraw-Hill / Interamericana Editores S.A. de C.V.
- Herrada, E. (15 de marzo de 2014). Lima es la segunda capital más desértica. DIARIO UNO.
Recuperado de <http://diariouno.pe/lima-es-la-segunda-capital-del-mundo-mas-desertica/>
- Israel en Español (30 de julio de 2016). ¿Cómo Israel convierte aguas residuales en agua para riego? [Archivo de video]. De <https://www.youtube.com/watch?v=pECFIJDYcG8>

- Kestler, P. (2004). *Uso, Reuso y Reciclaje del Agua Residual en una Vivienda*. (Tesis de grado). Recuperada de: http://www.bvsde.paho.org/bvsaar/fulltext/uso_reuso.pdf
- Llanos B., G. (2012). Propuesta de instalación hidráulica sanitaria para la reutilización de aguas grises y aprovechamiento de agua pluvial en unidades habitacionales ubicadas en la Ciudad de México. (Tesis de maestría).
Recuperada de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/handle/132.248.52.100/5252>
- Marjoram, C. (2014). Graywater research findings at the residential level. (Tesis de maestría)
Recuperada de:
https://mountainscholar.org/bitstream/handle/10217/82498/MARJORAM_colostate_0053N_12170.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Menéndez D., Á. (2012). *EL carbón en la vida cotidiana. De la pintura rupestre al ascensor espacial*. España: CreateSpace.
- Miñán, W. (12 de febrero de 2019). San Isidro consume más agua por habitante al día, afirma Sedapal. GESTIÓN. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/empresas/san-isidro-consume-agua-habitante-dia-afirma-sedapal-258439>
- Pallares, M. (2017). Israel sin sed. Nace el nuevo milagro del agua. El universal. Recuperado de <https://www.eluniversal.com.mx/articulo/cartera/negocios/2017/06/13/israel-sin-sed-nace-el-nuevo-milagro-del-agua>
- Pérez C., M. (2015). *Construcción sostenible de espacio público*. Barcelona: Iniciativa Digital Politécnica.
- Porras M., J. (2017). Metodología de diseño para concretos permeables y sus respectivas correlaciones de permeabilidad. (Tesis de licenciatura).
Recuperada de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/7109>
- Pradana, J. et al. (2018). *Criterios de calidad y gestión del agua potable*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Ramachandran, Sh. (19 de marzo de 2019). El proyecto de agua gris [Información en un blog] Recuperado de <http://www.thegreywaterproject.org/cpc.html>
- RPP (25 de junio del 2018). INEI: La población en el Perú es de 31 millones 237 mil habitantes. Recuperado de <https://rpp.pe/peru/actualidad/inei-la-poblacion-en-el-peru-es-de-31-millones-237-mil-habitantes-noticia-1131843>
- Yun, H. (Abril, 2015). El río que se quedó sin vida. Revista Ideele (249). Recuperado de <https://revistaideele.com/ideele/content/el-r%C3%ADo-que-se-queda%C3%B3-sin-vida>

Zurita, M. (19 de marzo de 2019). Sunass: "Probablemente habrá sequía en Lima en dos años". El Comercio. Recuperado de <https://elcomercio.pe/economia/peru/sunass-probablemente-habra-sequia-lima-anos-dos-anos-noticia-618207>

Anexos

Instrumentos

Encuesta (formato)

ENCUESTA N° 1

NOMBRE : _____ PARTICIPANTE N° : _____

DIRECCIÓN : _____

DISEÑO DE SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA GRIS

INFORMACIÓN GENERAL											
1. CANTIDAD DE PERSONAS		1	2	3	4	5	6	7	8	9+	
01.	Cuántas personas radican en su vivienda.										
2. CONSUMO DE AGUA POTABLE (M3)		1-3	4-6	7-9	10-13	14+					
02.	Aproximadamente cuánto consume de agua potable										
3. LIMPIEZA DE MANOS (N° D VECES / DÍA)		1	2	3	4	5+					
03.	Aproximadamente cuántas veces se lava la mano										
4. DUCHA (N° D VECES / DÍA)		1	2	3	4	5+					
04.	Aproximadamente cuántas veces se ducha										
5. LIMPIEZA DE AREAS COMUNES (N° DE VECES/SEMANA)		0	1-2	3-4	5-6	7+					
05.	Aproximadamente cuántas veces limpia las áreas comunes.										
6. REGADO DE AREAS VERDES (N° DE VECES/SEMANA)		0	1-2	3-4	5-6	7+					
06.	Aproximadamente cuántas veces riega las áreas verdes.										
7. SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA GRIS (soles)		0-200	201-400	401-600	601-800	801+					
07.	Cuánto está dispuesto a invertir en un sistema de reciclaje de agua gris.										

OBSERVACIONES:

Encuesta (completada)

ENCUESTA N° 1

NOMBRE : JORGE S. PARTICIPANTE N° : 1

DIRECCIÓN : 201 B

DISÑO DE SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA GRIS

INFORMACIÓN GENERAL									
1. CANTIDAD DE PERSONAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9+
01.	Cuantas personas radican en su vivienda.								
				x					
2. CONSUMO DE AGUA POTABLE (M3)									
	1-3		4-6		7-9		10-13		14+
02.	Aproximadamente cuanto consume de agua potable								
							10		
3. LIMPIEZA DE MANOS (N° D VECES / DÍA)									
	1	2	3	4	5+				
03.	Aproximadamente cuantas veces se lava la mano								
					x				
4. DUCHA (N° D VECES / DÍA)									
	1	2	3	4	5+				
04.	Aproximadamente cuantas veces se ducha								
	x								
5. LIMPIEZA DE AREAS COMUNES (N° DE VECES/SEMANA)									
	0	1-2		3-4		5-6		7+	
05.	Aproximadamente cuantas veces limpia las areas comunes.								
		x							
6. REGADO DE AREAS VERDES (N° DE VECES/SEMANA)									
	0	1-2		3-4		5-6		7+	
06.	Aproximadamente cuantas veces riega las areas verdes.								
	x								
7. SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA GRIS (soles)									
	0-200	201-400		401-600		601-800		801+	
07.	Cuanto esta dispuesto a invertir en un sistema de reciclaje de de agua gris.								
	200								

OBSERVACIONES:

Cadena de custodia: agua gris con tratamiento 1 (agct1)

CADENA DE CUSTODIA	CADENA DE CUSTODIA	CADENA DE CUSTODIA	CADENA DE CUSTODIA	CADENA DE CUSTODIA	CADENA DE CUSTODIA	CADENA DE CUSTODIA	CADENA DE CUSTODIA	CADENA DE CUSTODIA	CADENA DE CUSTODIA
INSTITUCIÓN INSTITUCIÓN DE AGUAS Y SERVICIOS PÚBLICOS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS
PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS
PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS	PROYECTO RECONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA GRIS

RECEPCIÓN DE MUESTRAS	
Fecha: 07/10/2019 Hora: 12:00 PM	Lugar: LABORATORIO DE AGUAS Y SERVICIOS PÚBLICOS

Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 120



Registro N° LE - 120

INFORME DE ENSAYO 91274.05

FR-044

N° de Orden de Servicio : O.S. 190925.04 DA
N° de Protocolo : 91274.05
Cliente : LUIS ALBERTO ABARCA CHAVARRY
Dirección legal del cliente : JR. LOS HELECHOS 312 URB. SAN HILARION, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Muestra(s) declarada(s) : AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Procedencia de la Muestra : Proporcionado por el cliente
Nombre del Proyecto: DISEÑO DE SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA GRIS
Punto de Muestreo: CALLE LOS NOGALES 340 URB. CANTO BELLO, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 1 Frasco de Plástico Estéril, 2 Frascos de Vidrio y 5 Frascos de Plástico de Primer Uso por muestra
Identificación de la Muestra : Cod. Lab. 10-01005
Fecha de recepción de muestra(s) : 2019-10-01
Fecha de inicio del Análisis : 2019-10-01
Fecha de Emisión de Informe : 2019-10-10

Código de Laboratorio	10-01005	
Código de Muestra	AGST7	
Descripción del Punto de Muestreo	DUCHA, LAVAMANOS	
Coordenadas de Muestreo	425325E 8550214N	
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	01-10-2019 10:11 Hrs	
Fecha Final / Hora de Muestreo	01-10-2019 10:35 Hrs	
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados
Coliformes Fecales	NMP/100ML	46
Escherichia coli	NMP/100ML	11
Nematodos (Huevos)*		
Ancylostoma sp.	org/L	< 1
Necator sp.	org/L	< 1
Enterobius sp.	org/L	< 1
Strongyloides sp.	org/L	< 1
Trichuris sp.	org/L	< 1
Capillaria sp.	org/L	< 1
Trochostrongylus sp.	org/L	< 1
Ascaris sp.	org/L	< 1
Trematodos (Huevos)*		
Clonorchis sp.	org/L	< 1
Echinostoma sp.	org/L	< 1
Fasciola hepatica	org/L	< 1
Paragonimus sp.	org/L	< 1
Schistosoma sp.	org/L	< 1
Cestodos (Huevos)*		
Diphyllobothrium sp.	org/L	< 1
Dipylidium sp.	org/L	< 1
Hymenolepis sp.	org/L	< 1
Taenia sp.	org/L	< 1
Acanthocephala (Huevos)*		
Macracanthorhynchus sp.	org/L	< 1



El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados 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. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público; su autenticación o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicaran a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, no se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Rev 02

Fecha de revisión: 2019-08-15

Pág. 1 de 2

Av. Wiese 3840 1er piso - San Juan de Lurigancho, Lima - Perú
 Teléfono (01) 750 4454 - info@itsper.com - ventas@itsper.com - web www.itsper.com

INFORME DE ENSAYO 91274.05

FR-044

Código de Laboratorio		T0-01005	
Código de Muestra		AGST1	
Descripción del Punto de Muestreo		DUCHA, LAVAMANOS	
Coordenadas de Muestreo		425325E 8550214N	
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		01-10-2019/ 10:11 Hrs.	
Fecha Final / Hora de Muestreo		01-10-2019/ 10:35 Hrs.	
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	Límite de Cuantificación del Método
Aceites y Grasas*	mg/L	2.2	2.0
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)*	mg/L	<2.0	2.0
Demanda química de Oxígeno (DQO)*	mg/L	10.2	5.0
Cloruros Cl*	mg/L	42.0	0.072
Conductividad*	uS/cm	750	0.01
pH*	Valor de pH	7.08	-
Color Verdadero (Escala Pt/Co)*	UCV escala	2	1
Surfactantes Aniónicos (SAAM)*	mg/L	0.205	0.003
Turbidez *	NTU	1.0	0.5

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.




Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
COLIFORMES FECALES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Edition Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique
ESCHERICHIA COLI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Edition, Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Escherichia coli, Procedure Using Fluorogenic Substrate, Escherichia coli test (EC-MUG Medium)
ACEITES Y GRASAS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B 23rd Ed. 2017, Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017, Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017, Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
pH	APHA, AWWA, WEF 22 th Ed 2012/ 2550 B
CLORURDS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 Cl- A y B, 23rd Ed. 2017 Chloride Argentometric Method
SURFACTANTES ANIÓNICOS (SAAM)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23rd Ed. 2017
HUEVOS Y LARVAS DE HELMINTOS	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Bairinger modificado) (OMS 1997 [Validado] -- No incluye Muestreo)
TURBIDEZ	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2190 B 23rd Edition, (Nephelometric Method)
COLOR	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2120 C, 23rd Edition, (Spectrophotometric Method)
CONDUCTIVIDAD	APHA, AWWA, WEF, 22 th Ed 2012/20510 B

Los ensayos acreditados del presente informe al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.


Lit. Víctor A. Huamani León
C.Q.P. 1165
Jefe de Laboratorio de Físicoquímica

Hoja de documentación


Marga Gröver A. Ruyay Falcón
C.B.P. 8505
Jefe de Laboratorio

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados 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. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su divulgación o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regirá por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron muestreadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Rev.02
Fecha de revisión: 2019-08-15

Pág. 2 de 2

INFORME DE ENSAYO 91274.06

FR-044

N° de Orden de Servicio : O.S. 190625.04.DA
N° de Protocolo : 91274.06
Cliente : LUIS ALBERTO ABARCA CHAVARRY
Dirección legal del cliente : J.R. LOS HELECHOS 312 URB. SAN HILARION, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Muestra(s) declarada(s) : AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Procedencia de la Muestra : Proportionado por el cliente
Nombre del Proyecto: DISEÑO DE SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA GRIS
Punto de Muestreo: CALLE LOS NOGALES 340 URB. CANTO BELLO, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 1 Frasco de Plástico Estéril, 2 Frascos de Vidrio y 5 Frascos de Plástico de Primer
 Uso por muestra
Identificación de la Muestra : Cod. Lab. 10-01006
Fecha de recepción de muestra(s) : 2019-10-01
Fecha de inicio del Análisis : 2019-10-01
Fecha de Emisión de Informe : 2019-10-10

Código de Laboratorio		10-01006
Código de Muestra		AGCT1
Descripción del Punto de Muestreo		AGUA TRATADA
Coordenadas de Muestreo		425325E 8550214N
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		01-10-2019/ 10:40 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo		01-10-2019/ 11:12 Hrs.
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1.B
Escherichia coli	NMP/100mL	<1.B
Nematodos (Huevos)*		
Ancylostoma sp.	org/L	< 1
Necator sp.	org/L	< 1
Enterobius sp.	org/L	< 1
Strongyloides sp.	org/L	< 1
Trichuris sp.	org/L	< 1
Capillaria sp.	org/L	< 1
Trochostrongylus sp.	org/L	< 1
Ascans sp.	org/L	< 1
Trematodos (Huevos)*		
Clonorchis sp.	org/L	< 1
Echinostoma sp.	org/L	< 1
Fasciola hepatica	org/L	< 1
Paragonimus sp.	org/L	< 1
Schistosoma sp.	org/L	< 1
Cestodos (Huevos)*		
Diphyllobothrium sp.	org/L	< 1
Dipylidium sp.	org/L	< 1
Hymenolepis sp.	org/L	< 1
Taenia sp.	org/L	< 1
Acanthocephala (Huevos)*		
Macracanthorhynchus sp.	org/L	< 1



El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados de informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificación del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no asume la falta de muestra o el muestreo, los resultados se aplican a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente, no se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, en la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.
 Rev.02
 Fecha de revisión: 2019-06-19

Pág. 1 de 2

INFORME DE ENSAYO 91274.06

PR-044

Código de Laboratorio	10-01006		
Código de Muestra	AGC71		
Descripción del Punto de Muestreo	AGUA TRATADA		
Coordenadas de Muestreo	425325E 8550214N		
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	01-10-2018/ 10:40 Hrs		
Fecha Final / Hora de Muestreo	01-10-2018/ 11:12 Hrs		
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	Límite de Cuantificación del Método
Aceites y Grasas*	mg/L	<2.0	2.0
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)*	mg/L	<2.0	2.0
Demanda química de Oxígeno (DQO)*	mg/L	7.5	6.0
Cloruros Cl ⁻ *	mg/L	39.5	0.072
Conductividad*	uS/cm	665.5	0.01
pH*	Valor de pH	7.00	-
Color Verdadero (Escala Pt/Co)*	UCV escala	1	1
Surfactantes Aniónicos (SAAM)*	mg/L	0.052	0.003
Turbidez *	NTU	0.5	0.5



(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.

Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
COLIFORMES FECALES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5021 B y C, 23rd Edition Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group; Standard Total Coliform Fermentation Technique
ESCHERICHIA COLI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5021 F, 23rd Edition; Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group; Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate; Escherichia coli test (EC-MUG Medium)
ACEITES Y GRASAS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5020 B, 23rd Ed. 2017; Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017; Biochemical Oxygen Demand (BOD); 5-Day BOD Test
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017; Chemical Oxygen Demand; Closed Reflux, Colorimetric Method
pH	APHA, AWWA, WEF, 22nd Ed. 2012; 2550 B
CLORUROS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ⁻ A y B, 23rd Ed. 2017; Chloride Argentometric Method
SURFACTANTES ANIÓNICOS (SAAM)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23rd Ed. 2017
HUEVOS Y LARVAS DE HELMINTOS	Manual de Métodos parasitológicos y bacteriológicos de laboratorio (Bainger modificado) OMS 1997 (válido) — No incluye Muestreo
TURBIDEZ	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2130 B, 23rd Edition; (Nephelometric Method)
COLOR	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2120 C, 23rd Edition; (Spectrophotometric Method)
CONDUCTIVIDAD	APHA, AWWA, WEF, 22nd Ed. 2012; 2510 B

Los ensayos acreditados del presente informe al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.


Lic. Víctor A. Huamani León
C.Q.P. 1165
Jefe de Laboratorio de Fisicoquímica


Miguel Ángel Ruyá Falcón
C.B.P. 8505
Jefe de Laboratorio

FIN DEL DOCUMENTO

El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados 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. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su autenticación o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regirá por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o de muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad con la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Rev. 02
Fecha de revisión: 2015-08-15

Pág. 2 de 2

INFORME DE ENSAYO 91274.07

FR-044

N° de Orden de Servicio : O.S. 190925 04 DA
N° de Protocolo : 91274.07
Cliente : LUIS ALBERTO ABARCA CHAVARRY
Dirección legal del cliente : JR. LOS HELECHOS 312 URB. SAN HILARION, SAN JUAN DE LURIGANCHO.

Muestra(s) declarada(s) : AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Procedencia de la Muestra : Proportionado por el cliente
Nombre del Proyecto: DISEÑO DE SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA GRIS
Punto de Muestreo: CALLE LOS NOGALES 340 URB. CANTO BELLO, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra
Forma de Presentación : 1 Frasco de Plastico Estéril, 2 Frascos de Vidrio y 5 Frascos de Plastico de Primer
 Uso por muestra
Identificación de la Muestra : Cod. Lab. 10-01007
Fecha de recepción de muestra(s) : 2019-10-01
Fecha de Inicio del Análisis : 2019-10-01
Fecha de Emisión de Informe : 2019-10-10

Código de Laboratorio		10-01007
Código de Muestra		AGCT2
Descripción del Punto de Muestreo		AGUA POST TRATAMIENTOS
Coordenadas de Muestreo		425325E 8550214N
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		01-10-2019/ 13:20 Hrs.
Fecha Final / Hora de Muestreo		01-10-2019/ 13:40 Hrs.
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados
Coliformes Fecales	NMP/100ml	< 1.8
Escherichia coli	NMP/100ml	< 1.8
Nematodos (Huevos)*		
Ancylostoma sp.	org/L	< 1
Necator sp.	org/L	< 1
Enterobius sp.	org/L	< 1
Strongyloides sp.	org/L	< 1
Trichuris sp.	org/L	< 1
Capitana sp.	org/L	< 1
Trochostrongylus sp.	org/L	< 1
Ascaris sp.	org/L	< 1
Trematodos (Huevos)*		
Clonorchis sp.	org/L	< 1
Echinostoma sp.	org/L	< 1
Fasciola hepatica	org/L	< 1
Paragonimus sp.	org/L	< 1
Schistosoma sp.	org/L	< 1
Cestodos (Huevos)*		
Diphyllobothrium sp.	org/L	< 1
Dipylidium sp.	org/L	< 1
Hymenolepis sp.	org/L	< 1
Taenia sp.	org/L	< 1
Acanthocephala (Huevos)*		
Macracanthorhynchus sp.	org/L	< 1



El informe de ensayo solo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados 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. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. © INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. No realice la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Guarda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, con la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Rev. 02

Fecha de revisión: 2019-06-15

Pág. 1 de 2

INFORME DE ENSAYO 91274.07

FR-044

Código de Laboratorio	10-01007		
Código de Muestra	AGCT2		
Descripción del Punto de Muestreo	AGUA POST TRATAMIENTOS		
Coordenadas de Muestreo	425325E 8550214N		
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	01-10-2019/ 13:20 Hrs.		
Fecha Final / Hora de Muestreo	01-10-2019/ 13:40 Hrs.		
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	Límite de Cuantificación del Método
Aceites y Grasas*	mg/L	<2.0	2.0
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)*	mg/L	18.7	2.0
Demanda química de Oxígeno (DQO)*	mg/L	40.5	6.0
Cloruros Cl ⁻ *	mg/L	41.1	0.072
Conductividad*	uS/cm	864	0.01
pH*	Valor de pH	7.00	-
Color Verdadero (Escala Pt/Co)*	UCV escala	1	1
Surfactantes Aniónicos (SAAM)*	mg/L	0.0512	0.003
Turbidez *	NTU	0.5	0.5

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.



Metodologías

Parametro	Método de Referencia
COLIFORMES FECALES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B y C, 23rd Edition Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique
ESCHERICHIA COLI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F, 23rd Edition, Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate, Escherichia coli test (EC-MUG Medium)
ACEITES Y GRASAS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5200 B, 23rd Ed. 2017, Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. 2017, Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. 2017, Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
pH	APHA, AWWA, WEF, 22nd Ed 2012, 2550 B
CLORUROS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl ⁻ A y B, 23rd Ed. 2017, Chloride Argentometric Method
SURFACTANTES ANIÓNICOS (SAAM)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23rd Ed. 2017
HUEVOS Y LARVAS DE HELMINTOS	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Balangea modificado) / OMS 1997 (Validado) — No incluye Muestras
TURBIDEZ	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2130 B, 23rd Edition, (Nephelometric Method)
COLOR	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2120 C, 23rd Edition, (Spectrophotometric Method)
CONDUCTIVIDAD	APHA, AWWA, WEF, 22nd Ed 2012, 2510 B

Los ensayos acreditados del presente informe al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.


Lic. Víctor A. Rosmaní León
C.Q.P. 1165
Jefe de Laboratorio de Fisicoquímica

FIN DE DOCUMENTO


Mibig. Grover A. Ruppay Falcón
C.B.P. 8505
Jefe de Laboratorio

El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo entenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado de sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. © INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. No realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron proporcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Rev 02
Fecha de revisión: 2019-08-15

Pág. 2 de 2

INFORME DE ENSAYO 91274.08

FR-044

N° de Orden de Servicio : O.S. 190925.04.DA
N° de Protocolo : 91274.08
Cliente : LUIS ALBERTO ABARCA CHAVARRY
Dirección legal del cliente : JR. LOS HELECHOS 312 URB. SAN HILARION, SAN JUAN DE LURIGANCHO

Muestra(s) declarada(s) : AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
Procedencia de la Muestra : Proportcionado por el cliente
Nombre del Proyecto: DISEÑO DE SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA GRIS.
Punto de Muestreo: CALLE LOS NOGALES 340 URB. CANTO BELLO, SAN JUAN DE LURIGANCHO.

Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra.
Forma de Presentación : 1 Frasco de Plastico Estéril, 2 Frascos de Vidrio y 5 Frascos de Plastico de Primer
Identificación de la Muestra : Cod. Lab. 10-01008
Fecha de recepción de muestra(s) : 2019-10-01
Fecha de Inicio del Análisis : 2019-10-01
Fecha de Emisión de Informe : 2019-10-10

Código de Laboratorio		10-01008
Código de Muestra		AGCT3
Descripción del Punto de Muestreo		AGUA DE TRATAMIENTO
Coordenadas de Muestreo		425325E 8550214N
Fecha Inicial / Hora de Muestreo		01-10-2019/ 14:50 Hrs
Fecha Final / Hora de Muestreo		01-10-2019/ 15:14 Hrs
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados
Coliformes Fecales	NMP/100mL	<1 B
Escherichia coli	NMP/100mL	<1 B
Nematodos (Huevos)*		
Ancylostoma sp.	org/L	< 1
Necator sp.	org/L	< 1
Enterobius sp.	org/L	< 1
Strongyloides sp.	org/L	< 1
Trichuris sp.	org/L	< 1
Capilaria sp.	org/L	< 1
Trochostrongylus sp.	org/L	< 1
Ascaris sp.	org/L	< 1
Trematodos (Huevos)*		
Clonorchis sp.	org/L	< 1
Echinostoma sp.	org/L	< 1
Fasciola hepatica	org/L	< 1
Paragonimus sp.	org/L	< 1
Schistosoma sp.	org/L	< 1
Cestodos (Huevos)*		
Diphyllobothrium sp.	org/L	< 1
Dipylidium sp.	org/L	< 1
Hymenolepis sp.	org/L	< 1
Taenia sp.	org/L	< 1
Acanthocephala (Huevos)*		
Macracanthorhynchus sp.	org/L	< 1



El informe de ensayo sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados 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. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público; su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se reñca por las disposiciones penales y civiles en la materia. SI INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Rev. 02
Fecha de revisión: 2019-08-15

Pág. 1 de 2

INFORME DE ENSAYO 91274.08

FR-044

Código de Laboratorio	10-01008		
Código de Muestra	AGCT3		
Descripción del Punto de Muestreo	AGUA DE TRATAMIENTO		
Coordenadas de Muestreo	425325E 8550214N		
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	01-10-2019/ 14:50 Hrs.		
Fecha Final / Hora de Muestreo	01-10-2019/ 15:14 Hrs.		
Parámetro de Ensayo	Unidades	Resultados	Límite de Cuantificación del Método
Aceites y Grasas*	mg/L	<2.0	2.0
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO)*	mg/L	20.4	2.0
Demanda química de Oxígeno (DQO)*	mg/L	68.2	6.0
Cloruros Cl ⁻	mg/L	38.0	0.072
Conductividad*	µS/cm	635.2	0.01
pH*	Valor de pH	7.00	-
Color Verdadero (Escala Pt/Co)*	UCV escala	1	1
Surfactantes Aniónicos (SAAM)*	mg/L	0.065	0.003
Turbidez *	NTU	0.5	0.5

(* Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA.



Metodologías

Parámetro	Método de Referencia
COLIFORMES FECALES	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5221 B y C, 23rd Edition Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Standard Total Coliform Fermentation Technique
ESCHERICHIA COLI	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5221 F, 23rd Edition, Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate, Escherichia coli test (EC-MUG Medium)
ACEITES Y GRASAS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 23rd Ed. 2017, Oil and Grease, Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 D, 23rd Ed. 2017, Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day 20°C Test
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 D, 23rd Ed. 2017, Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method
pH	APHA, AWWA, WEF, 22nd Ed. 2012, 2550 B
CLORUROS	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 Cl ⁻ A y B, 23rd Ed. 2017, Chloride Argentometric Method
SURFACTANTES ANIÓNICOS (SAAM)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5540 C, 23rd Ed. 2017
HUEVOS Y LARVAS DE HELMINTOS	Manual de técnicas parasitológicas y bacteriológicas de laboratorio (Balenger modificado) (OMS 1997) (Valdado) — No incluye Muestreo
TURBIDEZ	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2130 B 23rd Edition, (Nephelometric Method)
COLOR	SMEWW-APHA-AWWA-WEF 2120 C, 23rd Edition, (Spectrophotometric Method)
CONDUCTIVIDAD	APHA, AWWA, WEF, 22nd Ed. 2012, 2510 B

Los ensayos acreditados del presente informe al estar en el marco de la acreditación del INACAL - DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC.


Lic. Victor A. Huatmani León
C.Q.P. 1165
Jefe de Laboratorio de Físicoquímica


Mbg. Grover A. Ruyal Falcón
C.B.P. 8505
Jefe de Laboratorio

Nº DE DOCUMENTO

El informe de ensayo solo es válido para la muestra referida en el presente informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los resultados 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. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. © INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. No realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplican a la muestra tal como fueron recepcionadas. INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C. Declina responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.
Rev. 02
Fecha de revisión: 2019-06-15

Pág. 2 de 2

Certificado de acreditación de laboratorio ITS Perú

Certificado



La Dirección de Acreditación del Instituto Nacional de Calidad - INACAL, en el marco de la Ley N° 30224 OTORGA el presente certificado de Acreditación a

INSPECTION & TESTING SERVICES DEL PERU S.A.C.

Laboratorio de Ensayo

En su sede ubicada en Av. Fernando Wiesse N° 3840 1er Piso, Mz D-1, Lt 27 Asoc. Comercial Industrial y Artes, distrito de San Juan de Lurigancho, provincia de Lima y departamento de Lima

Con base en la norma

NTP-ISO/IEC 17025:2006 Requisitos Generales para la Competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración

Facultándolo a emitir Informes de Ensayo con Símbolo de Acreditación. En el alcance de la acreditación otorgada que se detalla en el

DA-acr-OSP-17F que forma parte integral del presente certificado llevando el mismo número del registro indicado líneas abajo

Fecha de Acreditación: 16 de febrero de 2018

Fecha de Vencimiento: 15 de febrero de 2021


MÓNICA NÚÑEZ CAPELINAS
Directora Dirección de Acreditación INACAL

Código: 0419-2018 INACAL/DA
Contrato N° 004 2018 INACAL/DA
Revisión: 11-130

Fecha de emisión: 22 de febrero de 2018

El presente certificado tiene validez con su correspondiente Alcance de Acreditación y código de modificación (solo en el alcance) que, estar sujeto a ampliaciones, reducciones, actualizaciones y suspensiones temporales. El alcance y vigencia debe confirmarse en la página web www.inacal.gob.pe para acreditación y/o modificaciones al momento de hacer uso del presente certificado.

La Dirección de Acreditación del INACAL, es miembro del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (MAR) de Iberoamérica, Acuerdo de Reconocimiento Mutuo (ARM) y el Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con la Interred de Laboratorios de Acreditación Cooperativa (ILAC).

DA-acr-OSP-024 Vn 02

Tablas

Tabla N° 1

Dosificaciones para loseta de concreto permeable

Código de la mezcla	Agua (kg)	Cemento (kg)	Agregado (kg)	Porcentaje de vacíos teórico (%)	Índice de compactación	Energía aplicada (kN-m/m ³)	Relación A/C
BA/C1 C1-1	92,73	370,93	1478,86	17,0	1	172,62	0,25
BA/C1 C1-2	88,5	353,99	1503,05	17,0	0	230,16	0,25
BA/C2 C1-1	96,87	358,77	1478,86	17,0	1	172,62	0,27
BA/C2 C1-2	92,44	342,38	1503,06	17,0	0	230,16	0,27
BA/C3 C1-1	102,59	341,96	1478,86	17,0	1	172,62	0,30
BA/C3 C1-2	97,9	326,34	1503,06	17,0	0	230,16	0,30

Nota: En la tabla muestra los resultados de losetas de distinta dosificación.

Tomado de Porras, 2017, p. 22

Tabla N° 2

Datos de permeabilidad de losetas de distinta dosificación

Código	k (mm/min)	Q (ml/s)
BA/C1 C1-1	114,87	87960,90
BA/C1 C1-2	115,89	88741,04
BA/C2 C1-1	113,38	86816,07
BA/C2 C1-2	111,68	85517,54
BA/C3 C1-1	112,89	86441,05
BA/C3 C1-2	107,77	82520,02

Fuente: Porras, 2017, p. 35

Tabla N° 3: *Datos de demanda-descarga de agua por persona por día*

Tipo	Litros / persona / día	
	Demanda	Descarga
Comida y bebida	3	0
Lavado de platos	4	4
Lavado de ropa	20	19
Higiene personal	10	10
Higiene con tina y ducha	20	20
Limpieza de la casa	3	3
Inodoro (heces y orina)	20	22
TOTALES	80	78

Nota: En la tabla se determina el consumo aproximado de actividades que requieren agua. Tomado de Valera 2017, de Kestler, 2004.

Tabla N° 4: *Producción de agua gris total de los departamentos*

N°	Dpto. N°	Hab/dpto	L/día	prod.(m ³ /día)
1	201A	4	24	0.096
2	202A	4	24	0.096
3	301A	3	24	0.072
4	302A	4	24	0.096
5	401A	3	24	0.072
6	402A	3	24	0.072
7	501A	4	24	0.096
8	502A	3	24	0.072
9	201B	4	24	0.096
10	202B	3	24	0.072
11	301B	4	24	0.096
12	302B	2	24	0.048
13	401B	3	24	0.072
14	402B	4	24	0.096
15	501B	5	24	0.12
16	502B	4	24	0.096
	TOTAL	57	TOTAL	1.368

Fuente propia

Tabla N° 5: *Unidades de descarga RNE*

Tipos de aparatos	Diametro minimo de la trampa (mm)	Unidades de descarga
Inodoro (con tanque)	75 (3")	4
Inodoro (con tanque descarga reducida).	75 (3")	2
Inodoro (con válvula automática y semiautomática).	75 (3")	8
Inodoro (con válvula automática y semiautomática de descarga reducida).	75 (3")	4
Bidé.	40 (1 1/2")	3
Lavatorio.	32 - 40 (1 1/4" - 1 1/2")	1 - 2
Lavadero de cocina.	50 (2")	2
Lavadero con trituradora de desperdicios.	50 (2")	3
Lavadero de ropa.	40 (1 1/2")	2
Ducha privada	50 (2")	2
Ducha pública	50 (2")	3
Tina.	40 - 50 (1 1/2" - 2")	2 - 3

Fuente: RNE IS.010 Instalaciones sanitarias

Tabla N° 6: *Número máximo de unidades de descarga que puede ser conectado a los conductos horizontales de desagüe y a las montantes.*

Diámetro del tubo (mm)	Cualquier horizontal de desagüe (*)	Montantes de 3 pisos de altura	Montante de más de 3 pisos	
			Total en la montante	Total por piso
32 (1 1/2")	1	2	2	1
40 (1 1/2")	3	4	8	2
50 (2")	6	10	24	6
65 (2 1/2")	12	20	42	9
75 (3")	20	30	60	16
100 (4")	160	240	500	90
125 (5")	360	540	1100	200
150 (6")	620	960	1900	350
200 (8")	1400	2200	3600	600
250 (10")	2500	3800	5660	1000
300 (12")	3900	6000	8400	1500
375 (15")	7000	-	-	-

(*) no se incluye los ramales del colector del edificio

Fuente: RNE IS.010 Instalaciones sanitarias

TABLA N° 7:

Número de unidades de descarga máximo que pueden ser conectados a los colectores de los edificios

Diámetro del tubo (mm)	Pendiente		
	1%	2%	4%
50 (2")	-	21	26
65 (2 1/2")	-	24	31
75 (3")	20	27	36
100 (4")	180	216	250
125 (5")	390	480	575
150 (6")	700	840	1000
200 (8")	1600	1920	2300
250 (10")	2900	3500	4200
300 (12")	4600	5600	6700
375 (15")	8300	10000	12000

Fuente: RNE IS.010 Instalaciones Sanitarias

TABLA N° 8: *Gastos probables para la aplicación del Método de Hunter*

Número de unidades	Gsto probable (Qmds)	Total
6	0.25	0.94
9	0.32	1.05
12	0.38	1.12
15	0.44	1.20

Fuente: IS.010 Instalaciones Sanitarias

Tabla N° 9

Datos de dotación en viviendas multifamiliares

Número de dormitorios por departamento	Dotación por departamento, L/d
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500

Fuente: RNE, 2018

Tabla N° 10

Datos de demanda-descarga de agua por persona por día

Tipo	Litros / persona / día	
	Demanda	Descarga
Comida y bebida	3	0
Lavado de platos	4	4
Lavado de ropa	20	19
Higiene personal	10	10
Higiene con tina y ducha	20	20
Limpieza de la casa	3	3
Inodoro (heces y orina)	20	22
TOTALES	80	78

Nota: En la tabla se determina el consumo y descarga aproximado de actividades que requieren agua. Tomado de Valera 2017, de Kestler, 2004.

Tabla N° 11: *Escala Tarifaria (SEDAPAL)*

RANGO	AGUA	ALCANTARILLADO
0-20	1.478	0.901
20-50	2.098	1.262
50+	5.36	2.499

Fuente: Elaboración propia con datos de Sedapal

Tabla N° 12

Disposiciones legales para agua residual en el Perú

Decreto Supremo N°021-2009-VIVIENDA Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de agua residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado.
Decreto Supremo N°003-2011-VIVIENDA, Reglamento del D.S. N°021-2009-VIVIENDA.
Resolución Jefatural N°182-2011-ANA. Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad de los Cuerpos Naturales de Agua Superficial.
Resolución de Consejo Directivo N°025-2011-SUNASS-CD. Aprueba metodología para determinar el pago adicional por exceso de concentración de los parámetros fijados en anexo 1 de D.S. N° 021-2009-VIVIENDA y modifican el reglamento general de tarifas, así como el reglamento de calidad de prestación de servicios de saneamiento.
Decreto Supremo N° 010-2012-VIVIENDA. Modifica el D.S. N° 003-2011-VIVIENDA, con la finalidad de establecer procedimientos para controlar descargas de aguas residuales no domesticas en el sistema de alcantarillado sanitario.
Reglamento Nacional de Edificaciones (Publicado el 8 de Junio de 2006)
Norma OS 090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales
Decreto Supremo N°022-2009-VIVIENDA Modificación de la Norma OS. 090 (26.11.2009)
DC N°015-2015-MINAM. Modifican los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua y establecen disposiciones complementarias para su aplicación
RM N° 072-2017-MINAM. Modificación de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua, así como otras disposiciones contenidas en el DS N°002-2008-MINAM, DC N°023-2009-MINAM Y DC N°015-2015-MINAM.
Ley de Recursos Hídricos - Ley 29338 (Publicada el 31 de marzo de 2009)
Reglamento de la Ley Recursos Hídricos D.S. N° 001-2010-AG (Publicado el 24 de marzo de 2010)
D.S. N° 002-2008-MINAM. Aprueban los Estándares de Calidad de Agua (ECA) para el Agua
D.S. N°023-2009-MINAM. Aprueba las disposiciones para la implementación de los estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para agua.
D.S. 003-2010-MINAM. Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes PTAR (Publicado el 17 de marzo de 2010).
Resolución Jefatural N°274-2010-ANA-medidas para la implementación del Programa de Adecuación de Vertimiento y reúso de agua residual (PAVER).
Resolución Jefatural N°202-2010-ANA-Aprueban clasificación de cuerpos de aguas.
D.S N° 033-2007-PCM. Aprueban el Procedimiento para la aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) de Contaminación Ambiental
Resolución Jefatural N°489-2010-ANA-Modifican el Anexo 1 de la R.J. N°202-2010-ANA, en lo que corresponde a la clasificación de los cuerpos de agua marino costeros.
Decreto Supremo N°007-2010-AG Declaran de Interés Nacional la protección de la calidad del agua en las fuentes naturales y sus bienes asociados.

Fuente: (Loza, 2017, p. 27)

Tabla N° 13: D.S. N° 004-2017-MINAM, Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminthos	Huevo/L	1	1	**

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/ Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ ⁻ -N) + Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ ⁻ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000

Fuente: D.S. N°004-2017-MINAM

Tabla N° 14

Retorno de aguas residuales

Descripción	Cantidad	Und.
Consumo de agua potable por mes	133.38	m ³
retorno al alcantarillado 80%	106.7	m ³
Consumo de ducha y lavabo 35% (mes)	37.35	m ³
Consumo de ducha lavabo (diario)	1.24	m ³

Fuente propia

Tabla N° 15

Consumo de agua tratada para usos

Descripción	L/m2	Area (m2)	Subtotal (L)
Consumo para areas verdes (jardín)	2	58	116
Limpieza en area común	2	106	212
Limpieza d estacionamiento	2	366	732
			1060

Fuente propia

Tabla N° 16

Resultado de muestra para encuesta.

Muestra: **15.399** Redondeo **16 personas encuestadas / departamento**

Población:	
N	16
N-1	15
Z	1.96
p	0.50
q	0.50
e	0.05

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

En donde:

- N = Tamaño de población
- Z = Nivel de confianza
- P = Probabilidad de éxito, o proporción esperada
- Q = Probabilidad de fracaso
- D = Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)

Nota: Muestra de 16 personas para encuesta utilizando fórmula de Krejcie y Morgan.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17: *Consumo total diario de agua gris*

	Área (m ²)	Dotación (L/m ²)	Cosumo (L/día)
Áreas Verdes	58	2	116
Áreas Comunes	106	2	212
Estacionamiento	366	2	732
	TOTAL		1060

Fuente: Elaboración propia, datos RNE

Tabla N° 18

Máxima demanda simultanea de agua gris

	Consumo de agua pot. (L/d/p)	Prod. De agua gris (L/p/d)	N° de depart.	N° de veces	Prod. Máx. (L/d/p)
Lavabo	10	8	16	3	42.667
Ducha	20	16	16	2	128
TOTAL					170.667

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19

Volumen de tanque filtro

	π	r^2	h	TOTAL (Litros)
Volumen	3.142	21.5	62	90.048

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20: *Volumen de filtro de concreto permeable aproximado*

	π	r^2 (m)	h (m)	TOTAL (m3)
Volumen	3.142	0.23	0.05	0.008

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 21

Diseño de mezcla para el filtro de concreto permeable

Código de la mezcla	Agua (kg)	Cemento (kg)	Agregado 3/8" (kg)	Porcentaje de vacíos teórico (%)	Relación A/C
B A/C3 C1-1	102.59	341.96	1478.86	17	0.30
FILTRO(PROPIO)	0.468	1.560	6.75	17	0.30

Fuente: Elaboración propia, datos referenciales de Porras.

Tabla N° 22: *Volumen de filtro de carbón activo de altura 1''*

	π	r^2 (m)	h (m)	TOTAL (m3)
Volumen	3.142	0.21	0.0254	0.004

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 23: *Volumen de filtro de carbón activo de altura 2''*

	π	$*r^2$ (m)	$*h$ (m)	TOTAL (m3)
Volumen	3.142	0.21	0.0508	0.007

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 24: *Volumen de filtro de carbón activo de altura 3''*

	π	$*r^2$ (m)	$*h$ (m)	TOTAL (m3)
Volumen	3.142	0.21	0.0762	0.011

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 25: *Consumo total diario de agua gris*

	Área (m ²)	Dotación (L/m ²)	Cosumo (L/día)
Áreas Verdes	58	2	116
Áreas Comunes	106	2	212
Estacionamiento	366	2	732
	TOTAL		1060

Fuente: Elaboración propia, datos RNE

Tabla N° 26

Volumen de tanque de almacenamiento

	π	$*r^2$	$*h$	TOTAL (Litros)
Volumen	3.142	0.54	1.10	1.01

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 27: *Pérdida de carga en red de desagüe*

TRAMO	UD	Q	D	d (m)	A (m2)	V (m/seg)	Lacc	Ltub	LT	hf
AD	2	0.00008	2"	0.0508	0.00203	0.03947	15.16	1.70	16.86	0.059
DE	4	0.00016	2"	0.0508	0.00203	0.07894	4.09	0.34	4.43	0.226
EF	8	0.00029	2"	0.0508	0.00203	0.14308	19.66	4.74	24.40	0.041
FG	12	0.00038	2"	0.0508	0.00203	0.18748	19.66	4.74	24.40	0.041
GH	16	0.00046	2"	0.0508	0.00203	0.22696	19.66	4.74	24.40	0.041
HI	16	0.00046	2"	0.0508	0.00203	0.22696	5.52	18.10	23.62	0.042

Fuente: Propia

Tabla N° 28: *Número de unidades de Hunter*

USO	N° de APARATOS	CANTIDAD (UH)	ACUMULADO
Grifo de riego	5	3	15
		TOTAL	15 UH

Fuente: Propia

TABLA N° 29: *Diámetros de las tuberías de impulsión en función del gasto de bombeo*

Gasto de bombeo en L/s	Diametro de la tubería de impulsión (mm)
Hasta 0.50	20 (3/4")
Hasta 1.00	25 (1")
Hasta 1.60	32 (1 1/4")
Hasta 3.00	40 (1 1/2")
Hasta 5.00	50 (2")
Hasta 8.00	65 (2 1/2")
Hasta 15.00	75 (3")
Hasta 25.00	100 (4")

Fuente: IS.010 Instalaciones Sanitarias

TABLA N° 30: *Diámetro de tubo de rebose de acuerdo a la capacidad del depósito*

Capacidad del depósito (L)	Diametro del tubo de rebose	
Hasta 5000	50 mm	(2")
5001 a 6000	65 mm	(2 1/2")
6001 a 12000	75 mm	(3")
12001 a 20000	90 mm	(3 1/2")
20001 a 30000	100 mm	(4")
Mayor de 30000	150 mm	(6")

Fuente: IS.010 Instalaciones Sanitarias

TABLA N° 31: *Coficiente de fricción según Hazen y Williams*

TIPO DE TUBERÍA	"C"
Acero sin costura	120
Acero soldado en espiral	100
Cobre sin costura	150
Concreto	110
Fibra de vidrio	150
Hierro fundido	100
Hierro fundido dúctil con revestimiento	140
Hierro galvanizado	100
Polietileno	140
Policloruro de vinilo (PVC)	150

Fuente: OS-050 Redes de distribución de agua para consumo humano

TABLA N° 32: *Pérdidas de carga por impulsión*

Cantidad	Descripcion	ø (m)	ø(pulg.)	Lequiv. (m)
1	check	0.0254	1"	2.114
1	compuerta	0.0254	1"	0.216
4	codos 90º	0.0254	1"	1.023
			Total	6.422

Lreal =	17.00 m
---------	---------

Fuente: IS.010 Instalaciones Sanitarias

Tabla N° 33

Resultados físicos, químicos y biológicos con respecto a DS 004-2017MINAM, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

Parametro de Ensayo	Und.	DS 004-2017				
		MINAM	AGST1	AGCT1	AGCT2	AGCT3
Coliformes fecales	NMP/100mL	1000	46	1.8	1.8	1.8
Escherichia Coli	NMP/100mL	1000	11	1.8	1.8	1.8
Huevos de helmintos	1	1	1	1	1	1
Aceites y Grasas	mg/L	5.0	2.2	2.0	2.0	2.0
Demanda bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15.0	2.0	2.0	18.7	20.4
Demanda química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40.0	10.2	7.5	40.5	68.2
Cloruros Cl	mg/L	500	42	39.5	41.1	38.0
Conductividad	uS/cm	2500	750	665.5	664	635.2
pH	Valor de pH	6.5 - 8.5	7.06	7.00	7.00	7.00
Color Verdadero (Escala Pt/Co)	UCV escala	100	2	1	1	1
Surfactantes Aniónicos (SAAM)	mg/L	0.2	0.205	0.052	0.0512	0.085
Turbidez	NTU	5	1.0	0.5	0.5	0.5

Fuente: Propio

Tabla N° 34: *Desagregado de agua sin re-uso*

	Depart.	Consumo (m3)	Tarifa	DESAGREGADO		
				C / U (m3)	AGUA	ALCANT
multifamiliar	16	136.8	16 DOMESTICO	8.55	12.64	7.70

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 35: *Detalles de facturación de agua sin re-uso*

DETALLE DE FACTURACIÓN	m3	(S/.)
Volumen de agua potable	136.8	202.19
Servicio de alcantarillado		123.26
Cargo fijo		5.04
IGV 18%		59.49
Consumo del mes		389.97

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 36: *Detalle de producción de agua gris*

DETALLE DE PRODUCCIÓN	CONSUMO (m3)
Agua potable (mes)	136.8
Agua residual (mes)	109.44
Agua gris de lavabo y ducha (mes)	41.04
Agua gris / día	1.368

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 37: *Desagregado de agua con re-uso de agua gris*

	Depart.	Consumo (m3)	Tarifa	DESAGREGADO		
				C / U (m3)	AGUA	ALCANT
multifamiliar	16	95.76	16 DOMESTICO	5.985	8.85	5.39

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 38: *Detalles de facturación de agua con re-uso de agua gris*

DETALLE DE FACTURACIÓN	m3	(S/.)
Volumen de agua potable	95.76	141.53
Servicio de alcantarillado		86.28
Cargo fijo		5.04
IGV 18%		41.91
Consumo del mes		274.77

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 39: *Comparación de consumo sin re-usar y con re-uso*

	Volumen	Costo	Costo/dpto	%
Consumo sin re-uso de agua gris	136.80	389.97	24.37	100
Consumo con re-uso de agua gris	95.76	274.77	17.17	70.46
	41.04	115.20	7.20	29.54

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 40: Costo de implementación del diseño de sistema de reciclaje de agua gris

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	MARCA	CANT.	UNITARIO	FINAL	FUENTE
1.0	Recursos						
1.1	Línea de conducción agua gris						
1.1.1	Codo desague PVC 3" 90°	und.	Pavco	84	3.10	260.40	Sodimac
1.1.2	Codo desague PVC 3" 45°	und.	Pavco	46	4.20	193.20	Sodimac
1.1.3	Tee desague PVC 3"	und.	Pavco	11	4.20	46.20	Sodimac
1.1.4	Yee PVC desague 3"	und.	Pavco	10	4.20	42.00	Sodimac
1.1.5	Tubo PVC SAP Ø 3"	und.	Pavco	40	13.00	520.00	Sodimac
1.1.6	Yee sanitaria 3"	und.	Pavco	04	4.50	18.00	Sodimac
1.1.7	Sombrero de ventilación 3"	und.	Pavco	01	5.50	5.50	Sodimac
1.1.8	Pegamento para PVC 473 ml	und.	Oatey	02	23.90	47.80	Sodimac
1.1.9	Bomba periférica 0.5HP	und.	Reggio	01	69.90	69.90	Sodimac
1.1.10	Manguera para riego de 3/4"	ml	-	25	1.00	25.00	Sodimac
1.1.11	tubo de 3/4"	ml	Pavco	1.5	3.00	4.50	Sodimac
1.1.12	Llave de paso 3/4"	und.	Pavco	1	4.5	4.50	Sodimac
1.1.13	Llave check 3/4"	und.	Pavco	1	15	15.00	Sodimac
1.1.14	Universal de 3/4"	und.	Pavco	1	3.0	3.00	Sodimac
1.1.15	codos de 3/4" Pvc	und.	Pavco	2	1.5	3.00	Sodimac
1.1.16	Adaptadores de 3/4"	und.	Pavco	4	1.50	6.00	Sodimac
1.2	Sistema de tratamiento						
1.2.1	Llave de paso de 3"	und.	Itap	01	15.00	15.00	Sodimac
1.2.2	Unión universal 3"	und.	Sanking	01	5.00	5.00	Sodimac
1.2.3	Tacho de agua	und.	Rey	01	75.00	75.00	Sodimac
1.2.4	Tanque de agua 1100L	und.	Humbolt	01	399.00	399.00	Sodimac
1.2.5	Estructura metálica	glb.	-	01	400.00	400.00	Propia
1.2.6	Tamices de metal	glb.	-	02	40.00	80.00	Propia
1.3	Concreto permeable						
1.3.1	Cemento portland Tipo I	bls.	Sol	0.5	22.50	11.25	Sodimac
1.3.2	Agregado grueso 3/8"	bls.	-	1	4.50	4.50	Sodimac
1.3.3	Agua	glb.	-	01	2.00	2.00	Propia
1.4	Carbón Activo						
1.4.1	Carbón activado granular	kg.	-	3.5	15.28	53.48	Acquatecnologia
TOTAL S/.						2309.23	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 41: Costo operacional

Descripción	Und.	Cant.	P. Unit (S/.)	Parcial
Consumo de energía de la bomba	Kw/H	0.37	0.54	0.20

Fuente: Elaboración propia, datos de Enel.

Tabla N° 42: *Costo de mantenimiento*

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNIT. (s/.)	PARCIAL
Personal de mantenimiento	HH	4	6.01	24.04
Carbón activo	Kg	3.19	15.28	48.74
TOTAL S/.				72.78

Fuente: Elaboración propia, datos Acquatecnología.

Tabla N° 43

Costos anuales para determinar el Retorno de inversión

Descripción de costos	Precio(Soles)
Implementación de sistema de reciclaje de agua gris	-2309.23
Operación (1er año)	-72.00
Mantenimiento (1er año)	-291.12
Ahorro de costo de agua potable (1er año)	1382.4
Operación (2do año)	-72.00
Mantenimiento (2do año)	-291.12
Ahorro de costo de agua potable (2do año)	1382.4
Operación (5 meses)	-30.00
Mantenimiento (5 meses)	-121.3
Ahorro de costo de agua potable (5 meses)	446.4
TOTAL	24.43

Fuente: Propia

Tabla N° 44

Rentabilidad anual después de los 3 años de funcionamiento

Costos	Precio(Soles)
Operación (1 año)	-72.00
Mantenimiento (1 año)	-291.12
Ahorro de costo de agua potable (1er año)	1382.4
TOTAL	1019.28

Fuente: Propia

Tabla N° 45

El personal que participa en este proyecto de investigación

NUMERO	CARGO	DATOS PERSONALES
1	Estudiante	Abarca Chavarry Luis Alberto
1	Estudiante	Criollo Valdivieso Nilo
1	Asesor	Ing. Arriola Prieto Cesar Teodoro
1	Asesor	Ing. Ballarin Zavala Miguel Angel
1	Asesor	Ing. Paccha Rufasto Cesar Augusto
1	Asesor	Ing. Muñoz Ledesma Sabino

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 46

Los materiales y equipos que se utilizarán para la elaboración del proyecto de investigación.

Recursos	UNIDAD	CANTIDAD	(meses) TIEMPO
1 Luz	glb.	01	09
2 Internet	glb.	01	09
3 Papel bond A4 (75gr.) Pack 500 hjs.	und.	01	09
4 Impresión	glb.	01	09
5 Laptop	glb.	01	09
6 Usb (16gb.)	glb.	01	09
7 Mano de obra	glb.	02	09
8 Pasajes	glb.	02	09
9 CD (serigrafeado)	glb.	02	02
10 Empastado y anillado	glb.	12	04
11 Vestimenta	glb.	02	04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 47

Presupuesto para el Sistema de reciclaje de agua gris

PRESUPUESTO PARA DISEÑO DE SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA GRIS							
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	MARCA	CANT.	PRECIO UNITARIC	PRECIO FINAL	FUENTE
1.0. Recursos para elaboración de investigación							
1.1. Recursos para investigación							
1.1.1.	Luz	glb.		01	40.00	40.00	Propia
1.1.2.	Internet	glb.		01	160.00	160.00	Propia
1.1.3.	Papel bond A4 (75gr.) Pack 500 hjs	und.		02	10.50	21.00	Propia
1.1.4.	Impresión	glb.		01	42.00	42.00	Propia
1.1.5.	Laptop (mantenimiento)	glb.		02	30.00	60.00	Propia
1.1.6.	Usb (16gb.)	glb.		01	35.00	35.00	Propia
1.1.7.	Mano de obra	glb.		02	320.00	640.00	Propia
1.1.8.	Pasajes	glb.		02	90.00	180.00	Propia
1.1.9.	CD (serigrafado)	glb.		02	8.00	16.00	Propia
1.1.10.	Empastado y anillado	glb.		06	4.00	24.00	Propia
1.1.11.	Vestimenta (limpieza)	glb.		04	15.00	60.00	Propia
2.0. Recursos para ejecución de investigación							
2.1. Línea de descarga de agua gris							
2.1.1.	Codo desague PVC 3" 90°	und.	Pavco	84	4.20	352.80	Sodimac
2.1.2.	Codo desague PVC 3" 45°	und.	Pavco	46	5.50	253.00	Sodimac
2.1.3.	Tee desague PVC 3"	und.	Pavco	11	4.50	49.50	Sodimac
2.1.4.	Yee PVC desague 3"	und.	Pavco	10	4.50	45.00	Sodimac
2.1.5.	Tubo PVC SAP Ø 3"	und.	Pavco	46	13.00	598.00	Sodimac
2.1.6.	Yee sanitaria 3"	und.	Pavco	04	4.50	18.00	Sodimac
2.1.7.	Sombrero de ventilación 3"	und.	Pavco	01	6.00	6.00	Sodimac
2.1.8.	Pegamento para PVC 473 mL.	und.	Oatey	02	27.90	55.80	Sodimac
2.1.9.	Bomba periférica 0.5HP	und.	Reggio	01	89.90	89.90	Sodimac
2.1.10.	Manguera para riego de 3/4"	ml	-	35	1.00	35.00	Sodimac
2.1.11.	Tubo de 3/4"	ml	Pavco	1.5	3.00	4.50	Sodimac
2.1.12.	Llave de paso 3/4"	und.	Pavco	1	4.50	4.50	Sodimac
2.1.13.	Llave check 3/4"	und.	Pavco	1	15.00	15.00	Sodimac
2.1.14.	Union universal 3/4"	und.	Pavco	1	3.00	3.00	Sodimac
2.1.15.	Codos PVC 3/4"	und.	Pavco	2	1.50	3.00	Sodimac
2.1.16.	Adaptadores PVC 3/4"	und.	Pavco	4	1.50	6.00	Sodimac
2.2. Sistema de tratamiento							
2.2.1.	Válvula esférica pesada 3"	und.	Itap	01	89.90	89.90	Sodimac
2.2.2.	Unión universal 3"	und.	Sanking	02	2.50	5.00	Sodimac
2.2.3.	Tacho de agua	und.	Rey	01	75.00	75.00	Sodimac
2.2.4.	Tanque de agua 1100L	und.	Humbolt	01	489.90	489.90	Sodimac
2.2.5.	Estructura metálica	glb.	-	01	550.00	550.00	Propia
2.2.6.	Tamices de metal	glb.	-	02	40.00	80.00	Propia
2.3. Concreto permeable							
2.3.1.	Cemento portland Tipo I	und.	Sol	01	22.50	22.50	Sodimac
2.3.2.	Agregado grueso 1/2" 40 kg.	bls.	Topex	02	5.50	11.00	Sodimac
2.3.3.	Agua	glb.	-	01	2.00	2.00	Propia
2.4. Carbón Activo							
2.4.1.	Carbón activado granular 25 kg.	kg.	-	25	15.28	382.00	Acquatecnologia
3.0. Recursos para Analisis de muestras en Laboratorio							
3.1. Muestra de calidad de agua							
3.1.1.	Balde de plástico 10L	und.	Rey	02	7.50	15.00	Plásticos Rey
3.1.2.	Pruebas de calidad de agua	Glb.	-	04	1309.00	5236.00	ITS
3.1.3.	Pasajes	glb.	-	04	8.00	32.00	Propia
					TOTAL	9807.30	soles

Fuente: Elaboración propia.

Tabla N° 48

Cronograma de ejecución de la investigación.

ACTIVIDADES	MESES	1				2				3				4				5			
	SEMANAS	AGOSTO				SEPTIEMBRE				OCTUBRE				NOVIEMBRE				DICIEMBRE			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	13	14	15	16
1 Diseño de planos																					
2 Elaboración de tesis																					
3 Elaboración de guía de proceso constructivo																					
4 Compras de materiales																					
5 Elaboración de tanque tipo tolva																					
6 Elaboración de estructura metálica																					
7 Elaboración de concreto permeable																					
8 Instalación de sistema de reciclaje																					
9 Pruebas de calidad de agua																					
10 Revisión de tesis																					
11 Corrección de tesis																					
12 Exposición																					
13 Elaboración de guía de mantenimiento																					
14 Ajustes de sistema																					

Fuente: Elaboración propia.

Tablas adicionales

Tabla de dotaciones

Tabla N° 49: Dotación de agua para las estaciones de servicio

Estaciones y Parques de Estacionamientos	Dotaciones
Lavado automático.	12 800 L/d por unidad de lavado
Lavado no automático.	8000 L/d por unidad de lavado
Estación de gasolina.	300 L/d por surtidor.
Garajes y parques de estacionamiento de vehículos por área cubierta.	2 L por m ² de área.

El agua necesaria para oficinas y venta de repuestos, riego de áreas verdes y servicios anexos, tales como restaurantes y fuentes de soda, se calculará adicionalmente de acuerdo con lo estipulado en esta Norma para cada caso.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma IS-010

Dotación de agua para áreas verdes

- ff) La dotación de agua para áreas verdes será de 2 L/d por m². No se requerirá incluir áreas pavimentadas, enripiadas u otras no sembradas para los fines de esta dotación.

Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma IS-010

TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS COMPARATIVOS DE CALIDAD DE AGUA CON RESPECTO A VALERA

Tabla N° 51

Resultados comparativos físicos, químicos y biológicos con respecto a DS 004-2017MINAM, categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales y tesis de Valera.

Parametro de Ensayo	Und.	DS 004-2017					VALERA	
		MINAM	AGST1	AGCT1	AGCT2	AGCT3	PRE PRUEBA	POST PRUEBA
Coliformes fecales	NMP/100mL	1000	46	1.8	1.8	1.8	-	-
Escherichia Coli	NMP/100mL	1000	11	1.8	1.8	1.8	-	-
Huevos de helmintos	1	1	1	1	1	1	-	-
Aceites y Grasas	mg/L	5.0	2.2	2.0	2.0	2.0	40.0	20.0
Demanda bioquímica de Oxígeno	mg/L	15.0	2.0	2.0	18.7	20.4		
Demanda química de Oxígeno (mg/L	40.0	10.2	7.5	40.5	68.2		
Cloruros Cl	mg/L	500	42	39.5	41.1	38.0	527.17	200
Conductividad	uS/cm	2500	750	665.5	664	635.2	2.45	1.4
pH	Valor de pH	6.5 - 8.5	7.06	7.00	7.00	7.00	8.54	8.02
Color Verdadero (Escala Pt/Co)	UCV escala	100	2	1	1	1		
Surfactantes Aniónicos (SAAM)	mg/L	0.2	0.205	0.052	0.0512	0.085	5.22	3.22
Turbidez	NTU	5	1.0	0.5	0.5	0.5	305.0	180

Fuente: Propio, Datos DS 004-2017 MINAM y Valera

Figuras

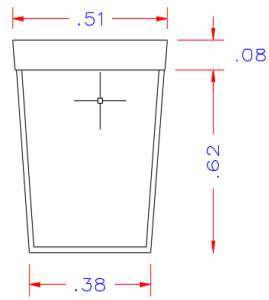


Figura N° 1. Dimensiones del tanque filtro

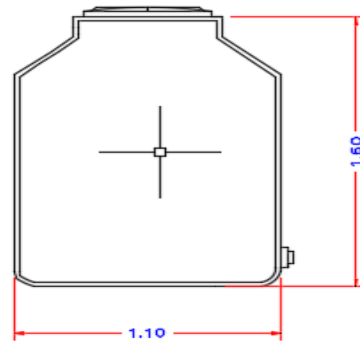


Figura N° 2. Dimensiones del tanque de almacenamiento

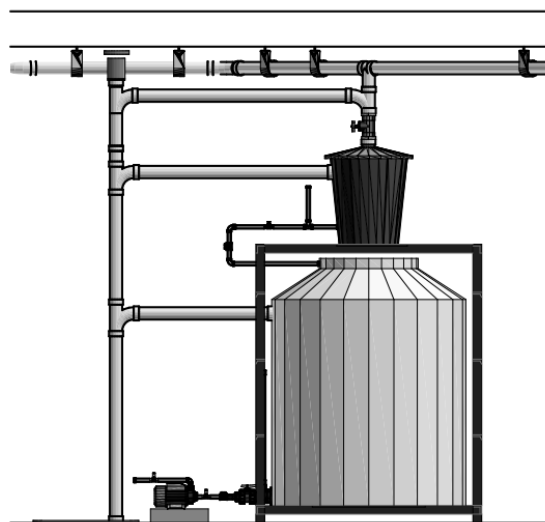


Figura N° 3. Diseño de sistema de reciclaje de agua gris

Figuras adicionales

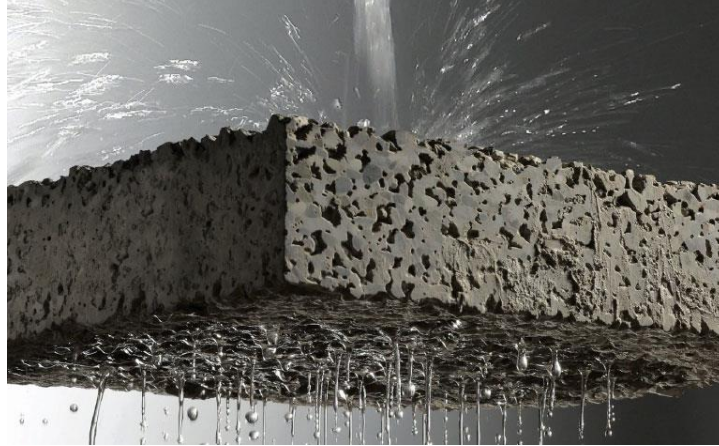


Figura N° 4. Concreto permeable, concretounico.com.pa



Figura N° 5. Proceso de tratamiento de agua gris, elaboración propia

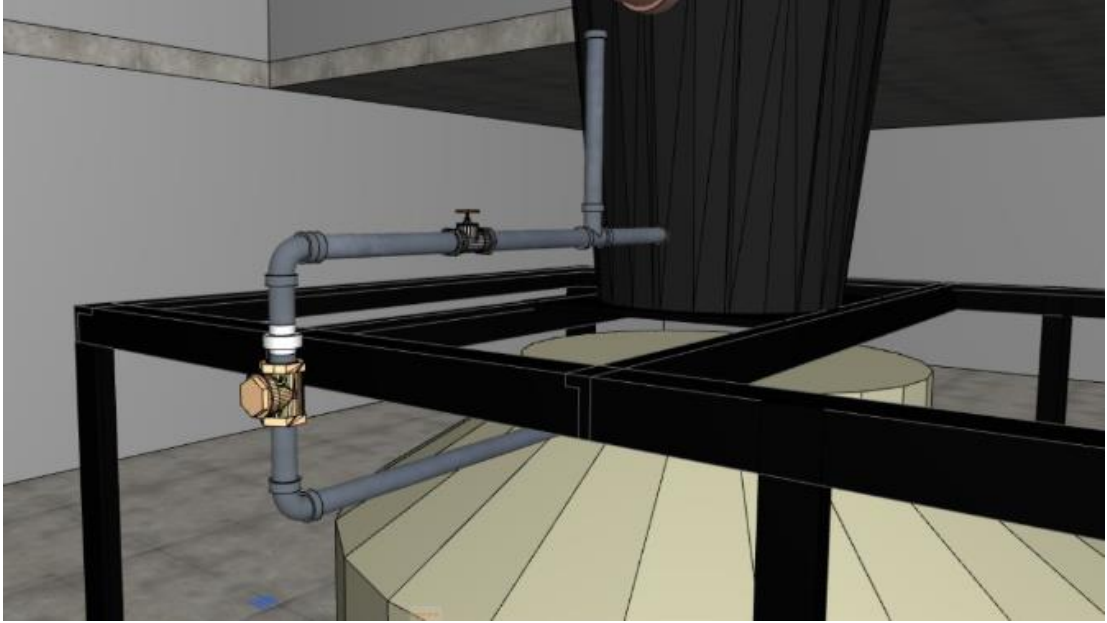


Figura N° 6: Conexión de tanques

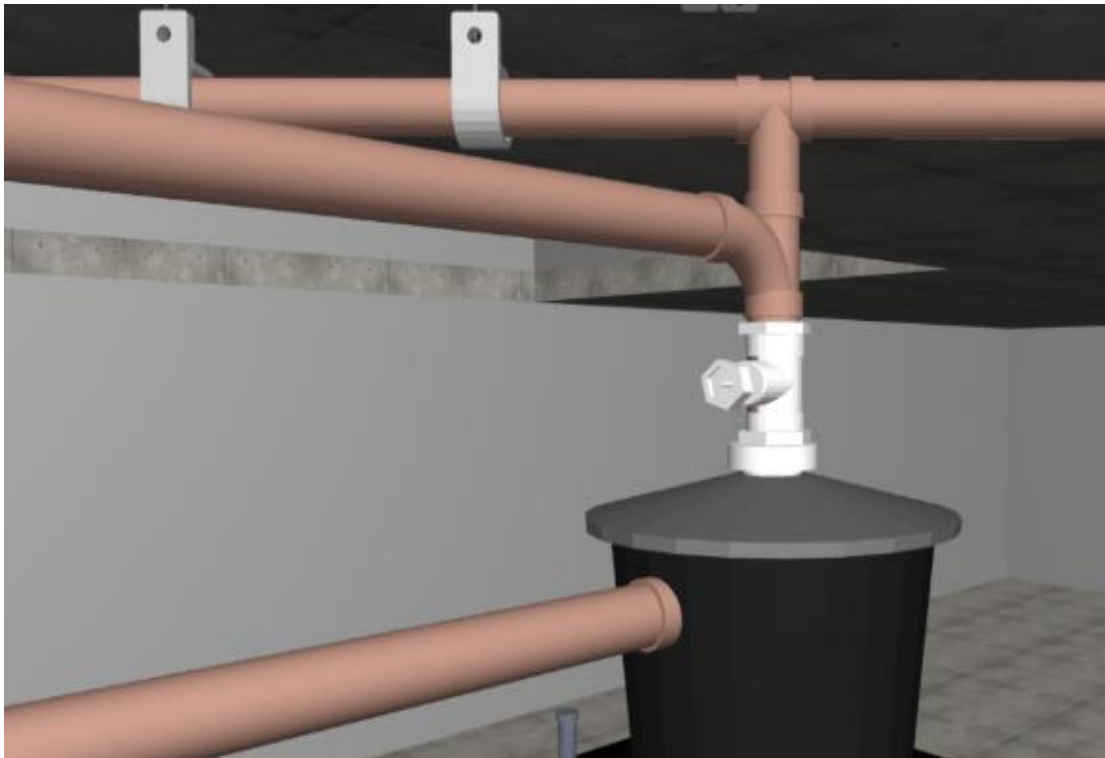


Figura N° 7: Conexión de tuberías a filtro



Figura N° 8: Salida de agua gris



Figura N° 9: Conexión de tuberías a filtro y tanque de almacenamiento

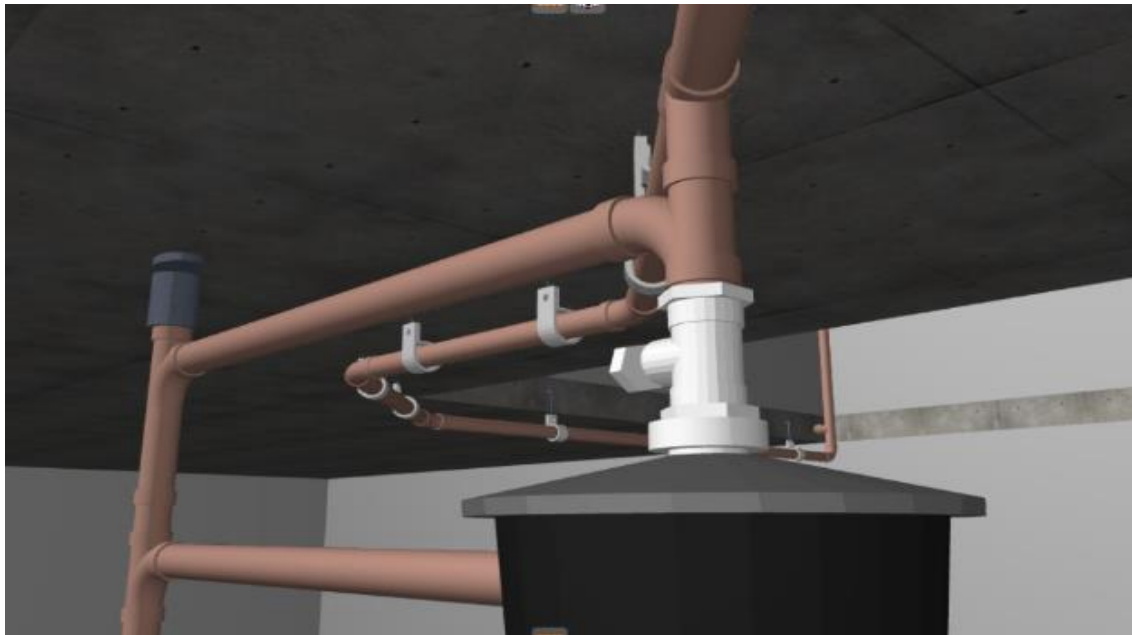


Figura N° 10: Conexión de tuberías a filtro

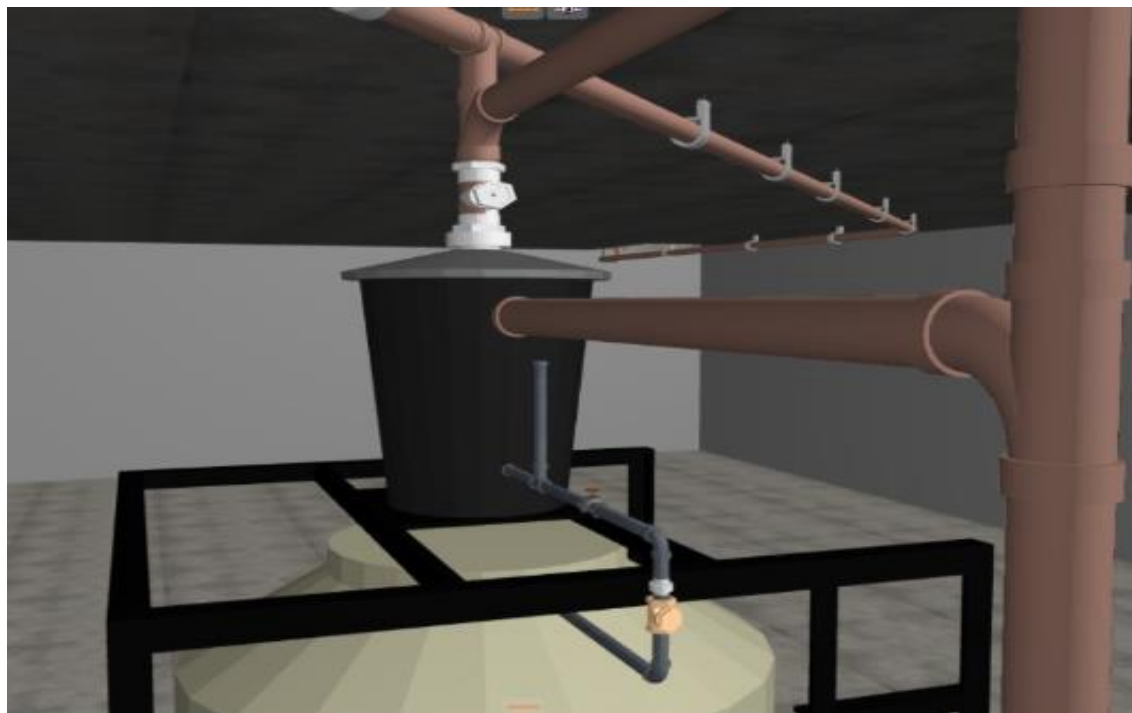


Figura N° 11: Conexión de tuberías a filtro

FOTOS



Foto N° 1: Diseño de sistema de reciclaje de agua gris



Foto N° 2: Filtro de agua gris



Foto N° 3: Tanque Filtro con tamices de concreto permeable y carbón activo



Foto N° 4: Filtro con tamices de concreto permeable



Foto N° 5: Tamices para concreto permeable y carbón activo



Foto N° 6: Tamiz con carbón activo



Foto N° 7: Sistema de reciclaje de agua gris



Foto N° 8: Sistema de reciclaje de agua gris



Foto N° 9: Recipientes para muestras



Foto N° 10: Recipientes para muestras



Foto N° 11: Entrega de muestras al laboratorio ITS



Foto N° 12 y 13: Recepción de muestras al laboratorio ITS



Foto N° 14 y 15: Recepción de agua gris



Foto N° 16 y 17: Recepción de muestras de agua gris

Ficha técnica

Carbón activo



NORIT ACTIVATED CARBON

23 February 2015

Chemicals / 830W

NORIT® GAC 830W

Granular Activated Carbon

WHY CABOT

Cabot Norit Activated Carbon is a premier activated carbon manufacturer respected for experienced people, diverse products and strong customer relationships. Cabot's history of innovation, product performance, technical expertise and customer focus ensure that you receive the right products and solutions for your specific purification needs.



FM 26618

Norit GAC 830 W is specially manufactured for the purification of gas treater liquids (amine and glycol treaters). Norit GAC 830 W is particularly suited for removing dissolved hydrocarbons and degradation by-products which contribute to foaming and corrosion problems. Norit 830 W is produced by steam activation of selected grades of coal.

Norit GAC 830 W meets the requirements of the latest version of the U.S. Food Chemicals Codex.

SPECIFICATIONS

Iodine number	min. 850	-
Particle size > 8 mesh (2.36 mm)	max. 15	mass-%
Particle size < 30 mesh (0.60 mm)	max. 5	mass-%
Moisture (as packed)	max. 5	mass-%

GENERAL CHARACTERISTICS

Total surface area (B.E.T.)	1150	m ² /g
Apparent density	500	kg/m ³
Density backwashed and drained	445	kg/m ³
Ball-pen hardness	95	-
Effective Size D ₅₀	0.9	mm
Uniformity coefficient	1.7	-
Ash content	12	mass-%
pH	alkaline	-



NORIT ACTIVATED CARBON

NORIT® GAC 830W

NOTES

1. All analyses based on Norit Standard Test Methods (NSTM)
2. Specifications are guaranteed values based on lot to lot quality control, as covered by Norit's ISO 9001 certification.
3. General characteristics reflect average values of product quality.
4. Detailed information on the hydrodynamic properties can be found in Technical Bulletin 79 - Hydrodynamic Properties of Norit Granular Activated Carbon grades.
5. The superior hardness makes this product very suitable for thermal reactivation. Reactivation of exhausted carbon can be carried out in kilns on site or at one of Norit's facilities. The best option depends on the distance between client and nearest Norit facilities and on the amount of carbon to be reactivated per annum.

PACKAGING

NORIT® GAC 830W is available in:

- Coated woven plastic bags of 25 kg, 2 x 20 bags per pallet, shrink wrapped (1000 kg net weight per pallet)
- Bulk bags of 2 x 500 kg net weight on a pallet, shrink wrapped
- Bulk tank cars

Product availabilities depend on the type of packaging.



NORTH AMERICA

Cabot Corporation Business
and Technical Center
87 Calverton Road
Billerica, MA 01821-7001 USA
TEL 800-862-2200
FAX +1 978-670-3030

SOUTH AMERICA

Cabot Latin American Division
Rue do Paraíso, 168 - 07 andar
04532-000, São Paulo, SP
09425
TEL +55 11 2144-6400
FAX +55 11 2020-0350

EUROPE

Cabot North Netherlands B.V.
P.O. Box 100
3800 AC Amersfoort
The Netherlands
TEL +31 33-45-89-91
FAX +31 33-45-17-429

ASIA PACIFIC

Cabot Regional Headquarters
550 Shuangqiao Road
Shanghai 201600, China
TEL +86 21 6751-8000
FAX +86 21 6434-9000

JAPAN

Cabot North Japan K.K.
Sumitomo Chiba Bldg. 3F
2-6-6 Shiba Daimon, Minato-ku,
Tokyo 100-0001, Japan
TEL +81 3-3436-0500
FAX +81 3-3436-6479

This information is provided as a convenience and for informational purposes only. No guarantee or warranty as to this information, or any product to which it relates, is given or implied. Cabot disclaims all warranties, express or implied, including merchantability or fitness for a particular purpose as to (i) such information, (ii) any product or (iii) intellectual property infringement, in no event is Cabot responsible for, and Cabot does not accept and hereby disclaims liability for, any damages whatsoever in connection with the use of or reliance on this information or any product to which it relates.

NORIT® is a registered trademark of Cabot Corporation.

©2010 Cabot Corporation. All rights reserved worldwide.

Bomba Pedrollo pkm60 0.5 hp

CLIENTE	SODIMAC	FECHA	13/10/16
PRODUCTO	FICHA - BOMBAS DE AGUA	TROQUEL	
MEDIDAS	10cm x 13cm	COLORES	



BOMBA PEDROLLO PKM60 0.5 HP



Caudal
40 lts/min



Potencia



0.5 HP

Altura máx



38
mts

Diámetro
entrada/salida



1"

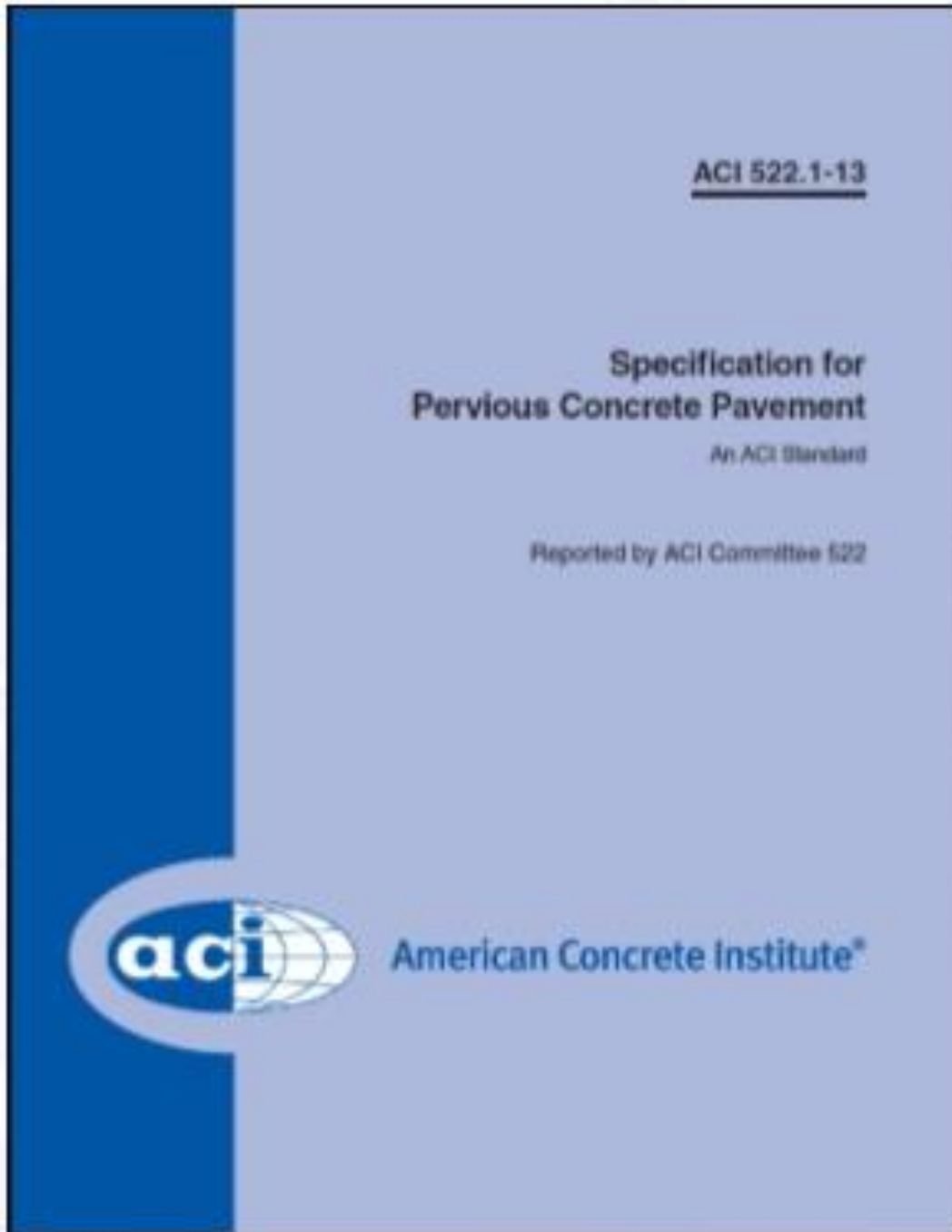
PRODUCTO N°



SKU 199702

Manual

AC 522R-13 Pervious concrete



Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES										
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA				
¿Cómo influye el diseño con concreto permeable y el carbón activo para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019?	Determinar la influencia del diseño de concreto permeable y el carbón activo para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.	El diseño con concreto permeable y el carbón activo contribuirían en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.	CONCRETO PERMEABLE Y CARBÓN ACTIVO (Variable independiente)	“[El concreto permeable] Es un material de estructura abierta con revenimiento cero, compuesto por cemento Portland, agregado grueso, poco o nada de finos, aditivo y agua.” y “El carbón activo es un producto que posee una estructura cristalina reticular similar a la del grafito pero es menos perfecta; es extremadamente poroso.” Manual del carbón activo.	Se obtendrá datos de las fuentes primarias, mediante la técnica de encuesta y determinar la influencia del sistema de reciclado de agua gris con tratamiento de concreto permeable en generar desarrollo sostenible de una vivienda multifamiliar de seis pisos en San Juan de Lurigancho, Lima, 2019.	Concreto permeable y carbón activo	Concreto permeable	2					
							Diseño de filtro de concreto permeable	1					
							Carbón activo	3					
							Diseño de filtro de carbón activo	2					
						Cálculos para dimensionamiento de componentes	Diseño de tanque filtro	1					
							Diseño de tanque de almacenamiento	3					
							Cálculo de tuberías y accesorios	3					
							Cálculo de bombeo	2					
						Costos y retorno de inversión	Costo de implementación	2					
							Costo de operación	2					
Costo de mantenimiento	2												
Retorno de inversión	2												
¿Cómo aporta el tratamiento con concreto permeable y carbón activo para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019?	Establecer si el tratamiento con concreto permeable y carbón activo aportan en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.	El tratamiento con concreto permeable y carbón activo aportarán en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.	DISEÑO DE SISTEMA DE RECICLAJE DE AGUA GRIS (Variable dependiente)	“[Diseño de sistema de reciclaje de agua gris son] Equipos que permiten el reciclaje de las aguas grises y que consisten en la recogida, tratamiento, almacenamiento y distribución de las aguas tratadas”. AQUAESPÑA (2011). Guía técnica española de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios.	Se obtendrá datos de las fuentes primarias, mediante la técnica de encuesta y determinar la influencia del sistema de reciclado de agua gris con tratamiento de concreto permeable en generar desarrollo sostenible de una vivienda multifamiliar de seis pisos en San Juan de Lurigancho, Lima, 2019.	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEMS	ESCALA				
										Características del condominio	Descripción	2	
											Dotación de agua potable	2	
											Demanda de agua potable	3	
						Costo de agua potable	2						
						Agua gris	Características	2					
							Marco legal	3					
							Producción de agua gris	2					
							Consumo de agua gris	2					
						Sistema de tratamiento de agua gris	Tanque filtro	2					
Tanque de almacenamiento	2												
Tuberías y accesorios	2												
Bomba	1												
¿Cómo influyen los cálculos para dimensionamiento de componentes para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019?	Establecer si los cálculos para dimensionamiento de componentes contribuyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.	Los cálculos para dimensionamiento de componentes influyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.											
¿Cómo inciden los costos y retorno de inversión para el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019?	Determinar si los costos y retorno de inversión influyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.	Los costos y retorno de inversión influyen en el sistema de reciclado de agua gris en el condominio Los Nogales, San Juan de Lurigancho, 2019.											