



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Niveles de cal en el tratamiento terciario de aguas residuales
domésticas para uso agrícola Subtanjalla Ica 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR:

Hernandez Hernandez Alex Javier (ORCID: 0000 – 0002 – 0905 – 6954)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco Wilber Samuel (ORCID: 0000 – 0001 – 7889 – 7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

Lima – Perú

2022

DEDICATORIA

A mis padres, que con esfuerzo me apoyaron incondicionalmente para poder llegar a ser un gran profesional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por bendecirme todos los días.

A mis padres por su apoyo incondicional.

A mi asesor MSc. Quijano Pacheco Wilber por el apoyo brindado.

Al MSc. Antonio Hernández Castillo por haberme apoyado en la realización de la presente tesis.

A la Ing. Milagros Hernández por haberme brindado su apoyo para poder realizar la presente tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	iv
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1 Tipo y Diseño de la Investigación.....	13
3.2 Variables y Operacionalización	14
3.3 Población, Muestra y Muestreo	14
3.3.1 Población.....	14
3.3.2 Muestra	14
3.3.3 Muestreo	15
3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	15
3.5 Procedimientos.....	15
3.5.1 Ubicación.....	15
3.5.2 Proceso de Trabajo	16
3.5.2.1 Maestreo de la Calidad de Agua	16
3.5.2.2 Tratamientos	16
3.5.2.3 Procedimientos del Tratamiento.....	17
3.5.2.4 Procedimiento Experimental.....	18
3.5.2.5 Materiales.....	19
3.6 Método de Análisis de Datos.....	19
3.7 Aspectos Éticos.....	20
IV. RESULTADOS.....	21

4.1 Características del Óxido de Calcio (CaO).....	22
4.2 Características Físicas, Químicas y Biológicas de las Aguas Residuales.....	24
4.3 Nivel Óptimo de Cal	28
V. DISCUSIÓN	42
VI. CONCLUSIONES	45
VII. RECOMENDACIONES	47
REFERENCIAS.....	49
ANEXOS	
Anexo N° 1 Fichas e Instrumentos de validación	
Anexo N° 2 Resultados de los parámetros por cada tratamiento	
Anexo N° 3 Panel Fotográfico	
Anexo N° 4 Matriz de Operacionalización de variables	
Anexo N° 5 Resultado de Análisis de Laboratorio	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Operacionalización y Variables	14
Tabla 2. Características del óxido de Calcio	22
Tabla 3. Comparación de Parámetros	24
Tabla 4. Tratamientos	29
Tabla 5. Análisis de Varianza del pH	30
Tabla 6. Prueba contraste Tukey del pH.....	30
Tabla 7. Análisis de Varianza del DQO.....	31
Tabla 8. Prueba de contraste Tukey del DQO.	32
Tabla 9. Análisis de varianza del DBO.....	33
Tabla 10. Prueba de contraste tukey del DBO.....	33
Tabla 11. Análisis de varianza del Selenio	34
Tabla 12. Análisis de varianza del Plomo	36
Tabla 13. Análisis de varianza del Arsénico	37
Tabla 14. Análisis de varianza de los coliformes termo tolerantes	38
Tabla 15. Prueba del contraste Tukey de los Coliformes.....	39
Tabla 16. Análisis e varianza de los sólidos suspendidos	40
Tabla 17. Prueba de contraste Tukey de los sólidos suspendidos	40
Tabla 18. Tabla de análisis y repeticiones	18
Tabla 19. Tabla de Resultados de los sólidos Suspendidos	19

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. (Atencio María & Britto Yassuana, 2019).....	10
Figura 2. Fuente (Google Earth)	16
Figura 3. Fuente (Google Earth)	16
Figura 4. Test de Jarra.....	18
Figura 5 Granulometría del óxido de calcio	23
Figura 6 Pureza del óxido de calcio	23
Figura 7 Comparación del PH	25
Figura 8 Comparación del DQO (mg/L).....	25
Figura 9 Comparación del DBO (mg/L)	26
Figura 10 Comparación del Selenio (mg/L).....	26
Figura 11 Comparación del Plomo (mg/L).....	27
Figura 12 Comparación del Arsénico (mg/L).....	27
Figura 13 Comparación de los Coliformes Fecales.....	28
Figura 14 Efecto del tratamiento sobre el pH.	30
Figura 15 Efecto del tratamiento sobre el DQO.....	32
Figura 16 Efecto del tratamiento sobre el DBO	34
Figura 17 Efecto del tratamiento sobre el selenio	35
Figura 18 Efecto del tratamiento sobre el plomo.....	36
Figura 19 Efecto del tratamiento sobre el Arsénico.....	37
Figura 20 Efecto del tratamiento sobre los coliformes.....	39
Figura 21 Efecto del tratamiento sobre los sólidos totales suspendidos	41

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los niveles de cal en el tratamiento terciario de aguas residuales domésticas para uso agrícola Subtanjalla Ica 2021, es aplicativo, experimental, para el cual se tuvo 20 litros de agua residual de muestra, los tratamientos fueron las dosis de (0.65, 0.85 y 1.10 gr/L) de óxido de calcio (cal viva) y cada uno con 3 repeticiones y se planteó bajo un diseño completamente al azar. Los resultados fueron significativos ($p > 0.05$) para todos los tratamientos orgánicos y microbiológicos y de acuerdo a la prueba tukey el mejor tratamiento 3 con (1.10 gr/L) cuyos valores fueron: pH 9.07, DQO, 149 mg/L, DBO 73 mg/L, coliformes termo tolerantes 220 NMP/100ml, sin embargo, para los parámetros inorgánicos fueron no significativos ($P < 0.05$) y fueron cantidades mínimas que estuvieron por debajo de los estándares de calidad ambiental (<0.001 , <0.002 , <0.002). Se concluye que el óxido de calcio es un buen floculador además de ser económico y en cantidades controladas no daña al medio ambiente.

Palabras Claves: óxido de calcio, Floculante, Aguas residuales domésticas.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the levels of lime in the tertiary treatment of domestic wastewater for agricultural use in Subtanjalla Ica 2021, it is an experimental application, for which 20 liters of wastewater were sampled, the treatments were doses of (0.65, 0.85 and 1.10 gr/L) of calcium oxide (quicklime) and each one with 3 replicates and was proposed under a completely randomized design. The results were significant ($p > 0.05$) for all organic and microbiological treatments and for the tukey test the best treatment 3 with (1.10 gr/L) whose values were: pH 9.7, COD 149 mg/L, BDO 73 mg/L, termo tolerant coliforms 220 NMP/100 ml and total suspended solids 80 mg/L, however, for the inorganic parameters they were not significant ($P < 0.05$) and were minimal amounts that were below the environmental quality standards (<0.001 , <0.002 , <0.002). It is concluded that calcium oxide is a good flocculant, besides being economical and in controlled quantities does not harm the environment.

Keywords: Calcium Oxide, Flocculant, Domestic wastewater

I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, excepto en los países más desarrollados, vierten sus aguas residuales directamente al alcantarillado, sin un previo tratamiento, cuyas consecuencias de tales actos son; los problemas de salud en la humanidad, la mala calidad de las aguas a nivel mundial, y los ecosistemas. Por la creciente demanda del agua potable, las aguas residuales están ganando fuerza como una fuente fidedigna y segura del agua, por lo cual están dejando de ser consideradas como problemas, a ser parte de la solución de este tipo de problemas como escasez del agua potable (WWAP, 2017).

En el Perú, debido a la dependencia económica de la extracción de minerales, provocan circunstancias para la disociación de los químicos (metales pesados), llegando hasta los puntos de almacenamiento de agua. Por lo que cada vez más, el tratamiento fisicoquímico del agua llega a tener un precio elevado para las compañías prestadoras de servicio de agua. Por ende, la calidad de agua desde su fuente de origen hasta el consumo humano u otro tipo de usos debe ser prioridad política para fijar acciones hacia el desarrollo sostenible (Chávez, 2018).

En temporadas de primavera o verano las aguas residuales domésticas se convierten en un foco infeccioso debido a las grandes cantidades de materia orgánica en suspensión por lo que tienden a concentrarse en la superficie, por lo que disminuye la entrada de la luz lo que impide la oxigenación del agua, provocando el aumento de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), impidiendo una adecuada disolución de la materia orgánica suspendida y a la vez aumentando la contaminación (Rodríguez Kevin & Zarraonandia Génesis, 2016).

Actualmente el distrito de Subtanjalla debido a la escasez de agua, se viene regando las cosechas con aguas residuales domésticas, lo que ocasiona que las cosechas pierdan su valor nutritivo y a la par afecten a la salud de la población que lo consumen, dañando también los campos de cultivos fértiles por el alto contenido de contaminantes que son vertidos a estos tipos de aguas.

Por lo que esta investigación se desarrolló debido al problema ambiental y social ocasionados por el mal manejo y aumento de las aguas residuales domésticas que estamos afrontando, ya que no se le da una buena gestión. A raíz de la realidad problemática se planteó el siguiente problema general: ¿Cuáles son los niveles de cal en el tratamiento terciario de aguas residuales domésticas para uso agrícola Subtanjalla Ica 2021?

La justificación teórica, permite obtener mayores conocimientos sobre los temas de aguas residuales domésticas y en ella están los conceptos de uso de cal que servirá en otras investigaciones; en la justificación técnica, se determinó la cantidad optima de óxido de calcio en el tratamiento de estas aguas que servirán para uso agrícola; en la justificación social con el tratamiento se evitará el problema que genera estas agua para el uso de las personas; en la Justificación Económica se determinó que este tratamiento es de bajo costo económico y de fácil aplicación; en la justificación ambiental del trabajo es amigable con el ambiente por el contrario permitirá el cuidado y la no contaminación con este tipo de producto, dejando mínimos residuos en el ambiente.

Por lo que se planteó el siguiente objetivo general; Evaluar los niveles de cal en el tratamiento terciario de aguas residuales domésticas para uso agrícola en Subtanjalla Ica 2021. Y cuyos objetivos específicos son; Identificar las características de la cal en el tratamiento de aguas residuales domésticas para uso agrícola, Determinar las características físicas, químicas y biológicas de las aguas para uso agrícola en Subtanjalla, Determinar el nivel óptimo de cal requerido para el tratamiento terciario de las aguas residuales domésticas para uso agrícola.

II. MARCO TEÓRICO

(Ochoa Vásquez et al., 2019), quienes determinaron el patrón matemático basados en las redes neuronales de dosificación del sistema de dosificación de sulfato y cal, cuyo objetivo fue optimizar las características de las aguas, erradicando bacterias, compuestos orgánicos, microorganismos, turbidez, olor. Evaluando algoritmos de aprendizaje como el LavenbergMarquart y Trainlm mediante la estructura y arquitectura de una red base usando como instrumento el software MATLAB. Obteniendo como resultado que ambos parámetros, tanto la cal con un 98% y sulfato con un 92% de efectividad con una dosificación similar.

(De la Cruz Lima, 2019), cuyo objetivo fue determinar el efecto de los niveles de lechada de cal en la eliminación del magnesio del agua. Cuyo diseño fue pre-experimental, realizando pruebas a pequeñas escalas en laboratorio sobre las cantidades de porcentaje de lechada de cal que se usaría para poder tratar las aguas que contenían magnesio teniendo en cuenta siempre el control del pH de las mismas, dando como resultado una efectividad elevada en la eliminación de magnesio debido a que la lechada de cal alcaliniza el agua elevando el pH al 10.5, ayudando a reducir los niveles de magnesio hasta un 97.57%.

(Ayala Cercado, 2018), cuyo objetivo fue evaluar la efectos de distintos niveles de cal en el tratamiento de aguas ácidas de la quebrada mesa de playa HUALGAYOC, en una investigación pre-experimental, determinó que mediante la utilización de cal (Óxido de Calcio) con una cantidad de 0.75 g de cal a 55 minutos con una agitación de 800 RPM, incide favorablemente en el tratamiento de aguas residuales, logrando elevar los indicadores físicos - químicos de tal manera que el potencial de hidrógeno pasó de (3.55 u.e) a un (8.9 u.e), indicadores inorgánicos como el Hierro de 6.639 mg/L a un valor mínimo de 0.068 mg/L y Manganeseo de 22.92 mg/L a un valor mínimo de 0.150 mg/L.

(Tejada Mayta, 2017), cuyo objetivo fue analizar la sedimentación de sólidos totales suspendidos y disminuir la turbidez de las aguas servidas mineras con cal, cuyo diseño de investigación fue experimental, determinó mediante

ensayos de laboratorio los diferentes porcentajes de lechada de cal al 0.5%, 1%, 3%, 5%, 10% y 25% para ser añadidos a las aguas residuales y poder obtener los datos sobre la turbidez, sedimentación y purificación del agua. Dando como resultado que la lechada de cal al 5% logra sedimentar y recuperar un 50.25% de agua, reduciendo su turbidez en un 99.976% y removiendo los sólidos suspendidos totales en un 99.973%.

(Saavedra Sánchez, 2016), cuyo objetivo fue examinar la capacidad de la cal artesanal y alumbre andino para la eliminación de fósforo total en agua residual, con un tipo de diseño experimental, se determinó mediante la preparación de soluciones de stock de 1 ml de cal al 1% y 1 ml de sulfato de aluminio al 1%, agitándose durante 1 minuto con una revolución de entre 120 – 150 rpm, pasado el tiempo reducir la velocidad a 15 rpm durante 15 minutos, y finalizado el tiempo dejar sedimentar por 20 minutos. Dando como resultado que el floculante andino logró remover el (72.49% de fósforo, 91.30 de DQO, 82.50% de Sólidos totales suspendidos, 80.00 % ntu), y el floculante cal artesanal removió (74.69% de fosforo, 89.13% de DQO, 84.16% de solidos totales suspendidos, 83.63% de ntu), por lo que estos floculantes son óptimos para el manejo de aguas que cuenten con fósforo.

(Mohsen Abbsi & Aboozar Taheri, 2018), cuyo objetivo fue investigar los efectos de la coagulación en línea sobre el flujo de permeación en el manejo de aguas servidas aceitosas sintéticas, con un diseño experimental, se prepararon muestras agregando los agentes coagulantes: Cloruro Ferroso, Sulfato Ferroso, Cloruro de Aluminio, Sulfato de aluminio e Hidróxido de Cal, mezclándolos a 100 rpm durante 5 minutos, finalizando con una mezcla de 20 rpm durante 30 minutos. Obteniéndose mejores resultados en la coagulación híbrida de cloruro ferroso con cal apagada, aumentando el FP en 79.64%, por lo que este proceso de coagulación es económico, y recomendable en el tratamiento de aguas.

(J. Phasey et al., 2017), cuyo objetivo fue evaluar la floculación de micro algas cultivadas en aguas negras municipales por el precipitado de fosfato cálcico, de forma natural o utilizando hidróxido de sodio o cal apagada, cuyo

diseño de investigación fue experimental, mediante la realización de pruebas de jarras de floculación, se probaron diversas concentraciones de fosfato de calcio, hasta formar una adición de fosfato de calcio, adicionando finalmente el Fosfato de calcio (0.29 mg/L) y cal viva (364 mg/L), dando como resultado que la cal como floculante del fosfato de calcio logró la separación de 95% de fosfato disuelto de una dosis de 129 mg/L a un pH de 8.0, 9.0 y 10.0, con una dosis de 87 mg/L son una eficiencia superior al 90%, por lo que la precipitación de fosfato de calcio fue eficaz permitiendo la recuperación de fosfato.

(Barreto Baltazar, 2016), cuyo objetivo fue medir el resultado producido por la dosificación de cal en la eliminación de hierro y cobre de los residuos en la mina San Simón, cuyo diseño de investigación fue experimental, mediante ensayos de laboratorio dónde se recolectó agua residual de la mina y agregó dosis de cal de 40, 80 y 120 gramos, durante tiempos establecidos de 30, 60 y 90 minutos, dando como resultado que con la dosis de 80 gr y 90 minutos, se obtiene a disminuir la densidad de hierro a 0.927 ppm y la de pH en 8.97, cumpliendo con lo establecido en la normativa para vertimiento de aguas.

(Jiménez Huallpa, 2017), cuyo objetivo fue medir el rendimiento de la remoción de metales en las aguas servidas de mina por vía de la lechada de cal como neutralizante, cuyo diseño de investigación fue experimental, mediante ensayos de laboratorio a pequeña escala se utilizó 10 gramos de cal y se diluyó en agua destilada, para luego aplicarlo en la muestra de aguas ácidas, agregando progresivamente cantidades pequeñas de lechada de cal hasta obtener un PH de 6, dando como resultado la remoción de parámetros inorgánicos en grandes concentraciones, por lo que demostró una eficiencia del 78.65% de contaminantes y puede ser comparada con los ECAs de agua, para uso agrícola o bebida de animales.

(Narayan Ramesh et al, 2017), cuyo objetivo fue examinar la eficiencia del hidróxido de calcio como absorbente del colorante índigo carmín, cuyo diseño fue experimental, realizando ensayos de laboratorio donde se colocó

la concentración de 0,1 g de hidróxido de calcio con un pH de 12, en 100 ml de dilución de índigo carmín a una temperatura de 25 – 28 °C, dando como resultado que las concentraciones son las adecuadas para la eliminación efectiva de solución de colorante, por lo que el hidróxido de calcio es un excelente adsorbente para la eliminación de colorante índigo carmín.

(Minghua Nie et al., 2019), cuyo objetivo fue demostrar que la utilización peroximonosulfato combinado con hidróxido de calcio influirá en la eliminación de bisfenol A y fosfato en el agua, con diseño experimental, realizando experimentos en vasos de vidrio de 500 ml a temperatura de 25 °C a 1°C, utilizando un agitador magnético, dando como resultado una eliminación de hasta el 89.5% de Bisfenol A y el 98.9% de Fosfato, siendo un tratamiento recomendado para tratar las aguas residuales.

(J. Hanaeus & A. Hanaeus, 2017), cuyo objetivo fue desarrollar la situación de la presa de tala en Suecia, cuyo diseño de investigación fue experimental, para la realización de la parte experimental se agregaron los productos químicos cal apagada con 800 g/m³ y sales de aluminio con 15 g/ m³, con un pH de entre 6 o 11 para la precipitación de las aguas servidas, dando como efecto la reducción de bacterias patógenas debido al uso de la cal apagada, por lo que las presas pueden funcionar correctamente como punto de tratamiento del exceso de las aguas residuales.

(Quitero Laura & Rodríguez Nelson, 2020), Cuyo objetivo fue comparar 3 tipos de cal (agrícola, dolomita y apagada) en el tratamiento de aguas servidas del café, cuyo diseño de investigación fue experimental, por medio de análisis de laboratorio calcularon cinco dosis de cada tipo de cal (1.000, 2.000, 3.000, 4.000 y 5.000 mg/L-1), dando como resultados que la cal apagada tuvo una absorción entre (0.392 y 1.089), la cal dolomita una absorción de entre (1.572 y 1.761) y la cal agrícola valores de absorción de entre (0.891 y 1.1413), por lo que se concluyó que la cal apagada resultó ser el mejor adsorbente para la realización de un buen manejo de las aguas servidas provenientes de los residuos del café, comparado con lo establecido en las normas.

(Sobrados Quispe & Vela Matta, 2017), cuyo objetivo fue determinar las condiciones de operación para la reducción de sulfatos en las aguas acidas de relaves, con diseño experimental, realizó pruebas de jarras con distintas cantidades de lechada de cal (5, 10, 15, 20 gr) y cloruro férrico, haciendo pruebas de coagulación, floculación y filtración , obteniendo como resultado que mediante la utilización de dosis de 20 gr de cal para la lechada para 300 ml de agua, se logró remover el 50% del sulfatos encontrados en las aguas residuales siendo estas encontradas dentro de los parámetros de los Ecas.

(Escarnena Flores, 2018), cuyo objetivo fue determinar la eliminación de arsénico de las aguas residuales municipales y subterráneas usando el sistema de precipitación alcalina, con diseño experimental, realizó pruebas de jarras con cantidades de (30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 y 100 mg/L) de sulfato de aluminio como coagulantes y cantidades menores a 1 mg/L de hidróxido de calcio como floculante hasta obtener valores de (3.5, 5, 6, 7.2, 8.3, 9, 10 y 11) de pH, dando como resultado que los valores de arsénico disminuyeron a un 0.0115 mg/L en las aguas municipales y un 0.0134 mg/L en las aguas de pozo, pudiendo recuperar un 78.3% y un 77.29% de cada una de las aguas.

(Ortíz Barbier, 2020), cuyo objetivo fue realizar una propuesta para minimizar el riesgo microbiológico mediante la inactividad de los microorganismos con materiales exclusivamente de la zona, cuyo diseño fue experimental, usando el proceso de alcalinidad mediante el óxido de calcio que se encontraron en las conchas de mar, para ser utilizadas en pruebas de jarras a nivel de laboratorio con medidas de (1.2, 5, 10 y 20 gr/L), dando como resultado que la cantidad de 20 gr/L fue la óptima para el decaimiento de los microorganismos encontradas en la materia fecal.

Las teorías del trabajo se sustentan en; la cal es una de las rocas sedimentarias que más ha venido siendo utilizadas en el manejo de todo tipo de aguas, mejorando la calidad de las mismas disminuyendo los malos olores y manteniendo el pH Tabla 1 (Atencio María & Britto Yassuana, 2019) (Correa Donny & Santillán Lenin, 2016).

Agricultura
Tratamiento de suelos ácidos
Relleno de fertilizantes y componentes de pesticidas
Manufactura
Carga
Grasas lubricantes y refinación de petróleo
Elaboración de cal viva
Procesos químicos
Fabricación de carburo de calcio
Agente blanqueador
Metalurgia
Fundente
Regulador de pH
Medio ambiente
Tratamientos de agua potable, industriales y de desecho
Tratamientos de aguas de desecho
Tratamientos de desechos industriales

Figura 1. (Atencio María & Britto Yassuana, 2019)

La obtención de la cal empieza en la extracción de la materia prima (CaCO_3), seguidamente pasa a una trituradora en donde se reducirá su tamaño, para luego ser calcinado, perdiendo el dióxido de carbono de la caliza original, quedando solo como óxido de calcio o cal viva (CaO), para la hidratación de la cal viva, se agrega el producto en el agua, hidratándose y convirtiéndose en hidróxido de cal (Ca(OH)_2), siendo un producto apto para su comercialización y uso (Quiminet, 2007).

Se entiende por aguas residuales domésticas a las que son originadas en las zonas comerciales, residenciales e industriales, provenientes de la actividad humana, pudiendo tener mezclas de diferentes compuestos

físicos, químicos y biológicos, como, por ejemplo: pH, temperatura, DBO, DQO ((ANA), 2019), en base a eso se establecieron los estándares de calidad ambiental (ECAs), divididos en categorías y subcategorías, siendo la categoría 3, la cual nos permite conocer los parámetros establecidos con los cuales se puede aprovechar las aguas para su uso en la agricultura (Ambiente, 2017).

El tratamiento terciario de las aguas residuales domésticas es aquel proceso fisicoquímico adicional que se le da al tratamiento secundario el cual busca la supresión de varios parámetros que no fueron eliminados (MVSC, 2006), como:

- Sólidos Suspendidos
- Complejos Orgánicos Disueltos
- Compuestos inorgánicos Disueltos
- Nutrientes

Sin un tratamiento adecuado, los metales pesados, los complejos orgánicos disueltos, compuestos inorgánicos disueltos, nutrientes, en altas densidades pueden tener un impacto significativo en el medio ambiente y la salud humana dependiendo del tipo y la concentración pueden ser tratadas las aguas residuales, minimizando su concentración antes de ser vertidas, los tratamientos terciarios son eficaces en la eliminación de nutrientes (Butler Erick et al., 2017).

Los floculantes son elementos sustanciales de las unidades de disolución de sólidos líquidos para diversos tratamientos de las aguas residuales, compuestos por enlaces de solubles en agua, los cuales son empleados para dividir el agua de los sólidos finos que no se precipitan, se puede medir el rendimiento por medio de los métodos de sedimentación, turbidez, el tiempo de succión, entre otros métodos más (Vajihinejad Vahid et al., 2019).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y Diseño de la Investigación

La investigación aplicada, es el estudio que está enfocado en un problema anejo a la acción, pudiendo aportar nuevos hechos relevantes, llevando a la práctica las teorías, por lo que el tipo de resultado dado no se puede aplicar en otros resultados (Baena Paz, 2017), por lo que el presente estudio propone solucionar los problemas generales y específicos de la investigación.

El enfoque cuantitativo es aquella en la que se recolecta y examinar datos cuantitativos sobre las variables establecidas. Generando pesquisa que pueden ser presentados en forma simbólica como números entre otros, por lo que es un enfoque utilizado en su mayoría por las ciencias naturales (Sánchez, 2020).

El diseño de investigación experimental, suele utilizarse mediante diversos usos de las variables experimentales no constatadas con el objetivo de explicar el motivo por el cual se produce un hecho mediante la observación (Baena Paz, 2017) y (Tamayo y Tamayo, 2003).

El estudio transversal, es la medición de un tiempo en específico, el cual se considera como conveniente para el predominio de un carácter (Cvetkovic Vega et al., 2021).

3.2 Variables y Operacionalización

Variables de estudio	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de Medición
Niveles de Cal en el tratamiento terciario de las aguas residuales domésticas	Sustancia química gris-blanco, producto de la disgregación a altas temperaturas de la piedra caliza, es un material que no se inflama, pero responde con el agua, utilizada en diferentes campos científicos por su grandes beneficios. (Vital, 2021)	Se compararán con lo establecido en la normativa peruana, se realizan tomas de muestra y ensayos de laboratorio. Los indicadores serán las medidas para la mezcla del CAL en el agua.	Características del Óxido de Calcio	Granulometría	%
				Pureza	%
				Propiedades Físicas	-
			Características Físicas, Químicas y Biológicas de las aguas residuales domésticas	Componentes	ppm
				pH	Unidad de pH
				Selenio	mg/L
				DBO	mg/L
				DQO	mg/L
				Coliformes Totales	NMP/100 ml
				Plomo	mg/L
Nivel Óptimo de Óxido de Calcio CaO	Arsenico	mg/L			
	0.65	gr/L			
	0.85	gr/L			
Aguas para uso agrícola	Es un bien público, usándose correctamente evitamos el desperdicio del mismo y ayudamos el rendimiento de las cosechas. (IICA, 2017)	Para determinar la calidad de las aguas se medirán las características físicas, químicas y biológicas, mediante ensayos de laboratorio para luego ser comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)	Características Físicas, químicas y biológicas de las aguas para uso de riego	pH	Unidad de pH
				Selenio	mg/L
				DBO	mg/L
				DQO	mg/L
				Coliformes Totales	NMP/100 ml
				Plomo	mg/L
				Arsenico	mg/L
			Porcentaje de Residuos (Sedimentación)	Sólidos Suspendidos	mg/L

Tabla 1. Matriz de Operacionalización y Variables

3.3 Población, Muestra y Muestreo

3.3.1 Población

O conocido como universo, forma el conjunto de referencias de dónde se podrán elegir las muestras, cumpliendo con criterios específicos, por la cual hace que la población sea identificada desde los objetivos del estudio que se realizan (Gómez Jesús et al., 2016). Por lo que la población a investigar en la presente investigación son las aguas residuales domésticas de la laguna de oxidación ubicada en el distrito de Subtanjalla.

3.3.2 Muestra

La muestra con la que se trabajó durante la realización de la investigación fue de 20 litros de aguas residuales domésticas en general, separándolas en cantidades específicas para ser analizadas en el laboratorio y hacer el tratamiento correspondiente.

3.3.3 Muestreo

La muestra integrada consiste en la uniformidad de las muestras tomadas en diferentes puntos simultáneamente, con la finalidad de conocer el promedio de la clase de los cuerpos de agua que se va analizar (Riego, 2016), por lo que se marcarán 5 puntos de monitoreo alrededor de la última laguna de oxidación, con el fin de cumplir con lo establecido en la normativa, asegurando una muestra de mejor calidad.

3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

La técnica empleada fue la de observación por el cual nos permitirá analizar a simple vista algunos cambios físicos que ocurran al momento de realizar las pruebas de campo correspondiente.

Los instrumentos de la investigación son las fichas de recolección de datos que se encuentran en el anexo (N° 1) que nos ayudará a entender la información recolectada.

3.5 Procedimientos

3.5.1 Ubicación

El área investigada se encuentra ubicada en el departamento de Ica ubicado a 406 m.s.m, Provincia Ica y Distrito Subtanjalla.

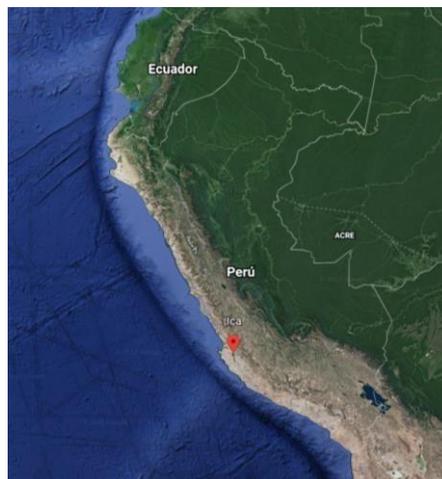


Figura 2. Fuente (Google Earth)



Figura 3. Fuente (Google Earth)

La laguna de oxidación del Distrito de Subtanjalla se encuentra ubicado en una latitud de $-14^{\circ} 01' 24.3084''$ Sur y una longitud de $-70^{\circ} 46' 08.724''$.

3.5.2 Proceso de Trabajo

3.5.2.1 Maestreo de la Calidad de Agua

Se determinó marcando 5 puntos de muestreo, de los cuales se obtuvieron 6L de agua por cada punto de muestreo, para luego ser homogeneizado y finalmente separar 2 litros rotulándolo para ser analizado en el laboratorio y poder tener los parámetros de los contaminantes de esas aguas residuales domésticas.

3.5.2.2 Tratamientos

T1: 0.65 gr/L con una mezcla de 25 minutos, con 800 de velocidad de mezcla (RPM) y con 30 minutos de reposo.

T2: 0.85 gr/L con una mezcla de 30 minutos, con 900 de velocidad de mezcla (RPM) y 35 minutos de reposo.

T3: 1.10 gr/L con una máxima de 35 minutos, con 1000 de velocidad de mezcla (RPM) y 40 minutos de reposo.

3.5.2.3 Procedimientos del Tratamiento

Para realizar el trabajo se usará el equipo de jarras en el laboratorio (Sistema de Servicios y Análisis Químicos S.A.C SLAB), en el cual se utilizará todos los componentes de igual condición para cada tratamiento, lo único que a variar son los niveles de cal en el agua.

La cantidad de agua que se va usar será de 1L tomando como unidad experimental por tratamiento y cada tratamiento tendrá 3 repeticiones por lo cual se utilizarán 14 litros de aguas residuales y fueron distribuidas de la siguiente manera en el test de jarra:

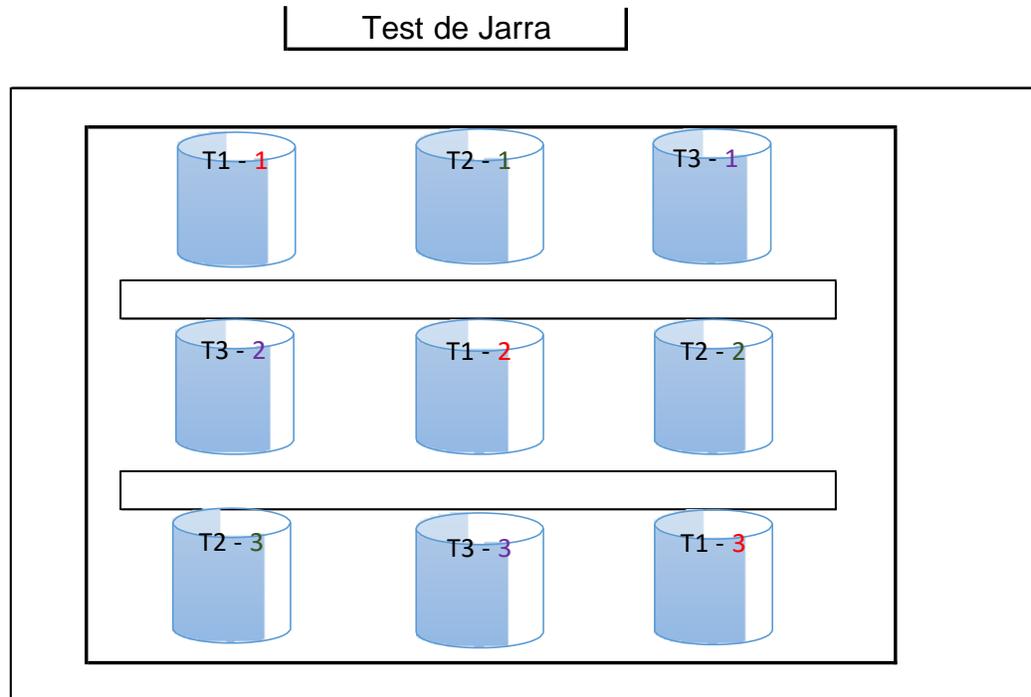


Figura 4. Test de Jarra

De la misma manera se medirán las características del óxido de calcio, tales como granulometría por el método de tamizado, el cual se dará con una malla N° 200 marca Gran Test, para poder medir la cantidad mínima y máxima de partículas que atraviesan. La pureza del óxido de calcio para poder analizar las impurezas u otros componentes que con los que cuente el producto, sus propiedades físicas cómo: color, forma y olor.

3.5.2.4 Procedimiento Experimental

Se realizaron 3 tratamientos con 3 cantidades distintas de óxido de calcio, para poder obtener un resultado más concreto a la hora de realizar las comparaciones con la normativa peruana.

Primero se lavó un balde 3 veces con la misma agua residual para garantizar la calidad de la muestra, para luego empezar con la recolección de la muestra, seguido se recolectó 18 litros de agua para ser homogeneizado y separados en baldes de 1 litro para el tratamiento.

Agregando la cantidad de cal establecido, procediéndose a mezclar uniformemente para luego dejar reposando.

Para finalizar se empezará a rotular y empacar las muestras para ser analizadas en laboratorio y mediante la comparación de los resultados obtenidos se tomará en cuenta la muestra que tuvo mayor efecto en la descontaminación de este tipo de aguas domésticas.

3.5.2.5 Materiales

Guantes

Lentes

Baldes

Lapicero

Mascarilla

Bata

Balanza

Fichas de recojo de datos

Tamiz N°200

3.6 Método de Análisis de Datos

El trabajo de investigación fue planteado mediante un diseño al azar (DCA), el cual posee 3 tratamientos, 3 repeticiones y con unidad experimental 1L de agua servida, se determinará el efecto del

tratamiento mediante el análisis de VARIANZA o ANOVA, para poder decidir el mejor tratamiento se aplicará la prueba de contraste TUKEY mediante el estadígrafo SAS y para la elaboración de figuras y tablas se usará el programa Microsoft Excel.

3.7 Aspectos Éticos

Para la investigación se recopilaron antecedentes de diversos autores en relación al tema, respetando los derechos correspondientes de dichos autores, siendo datos verídicos y citándolos.

La tesis se elaboró respetando al medio ambiente debido a que el producto usado en cantidades controladas no daña al medio ambiente y puede ser reciclado para poder ser usado en otro tipo de tratamientos.

IV. RESULTADOS

4.1 Características del Óxido de Calcio (CaO)

El resultado de las características del óxido de calcio encontradas en la ficha técnica del producto y comprobándola por nuestra cuenta se encuentra en la tabla 2.

Tabla 2. Características del óxido de Calcio

Características del Óxido de Calcio (CaO)		
Granulometría	G1	Malla 200 / 35 % Máximo / 10% Mínimo
Pureza	P1	≥ 97.00 %
Componentes	C1	Cloruros : ≤ 500 ppm Sulfato: ≤ 5000 ppm Metales pesados: ≤ 50 ppm
Propiedades Físicas	F1	Forma : Sólido Color: Blanco Olor: Inodora

De la Tabla 2 se observa que de acuerdo de la ficha técnica cumple con todos los valores técnicos para ser un producto de calidad.

De la Granulometría, para que el producto sea más soluble en agua debe ser pasado a través de un tamiz para que las partículas se vuelvan más finas. Dónde se observa que los datos recopilados sobre la granulometría del producto nos indican que con una malla N° 200 el porcentaje mínimo de óxido de calcio que pasa a través de ella es de un máximo de 35% y un mínimo de 10%.

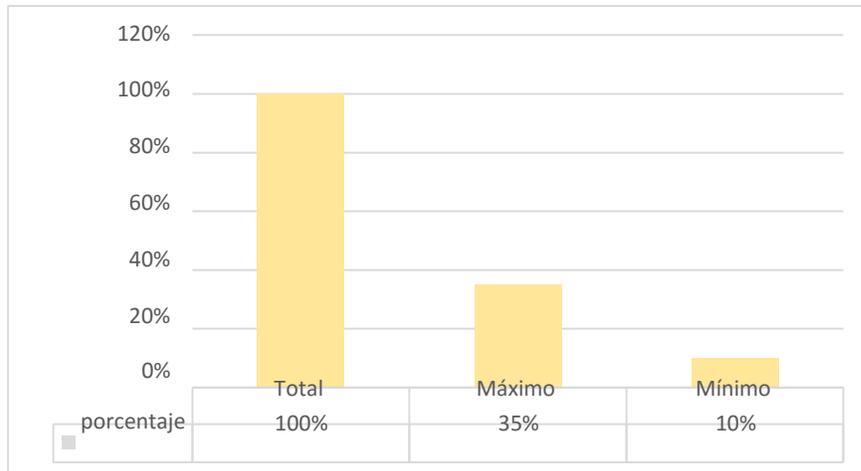


Figura 5 Granulometría del óxido de calcio

De la Figura 5 muestra que las partículas mayores a 75 μm no atraviesan los orificios de la malla 200 y los que son menores a 75 μm pueden atravesar libremente.

De la pureza también se observa que el óxido de calcio es mayor igual al 97.00%, teniendo como 3.00% otros tipos de componentes como: cloruro, sulfato y plomo.

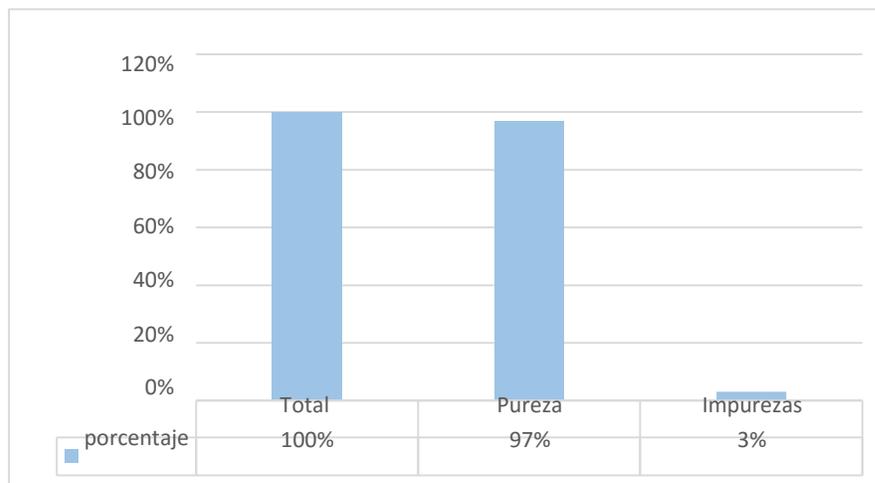


Figura 6 Pureza del óxido de calcio

De la Figura 6 muestra el producto está formado en su mayoría ($\geq 97.00\%$) de óxido de calcio, teniendo solo un (3%) de impurezas de otras sustancias que fueron integradas para la elaboración del producto (óxido de calcio).

De los componentes se observa que para la elaboración del óxido de calcio se usaron otras sustancias tales como: cloruros en cantidades de ≤ 500 ppm, sulfato en cantidades de ≤ 5000 ppm y metales pesados en cantidades de ≤ 50 ppm, los cuales están nombrados en la ficha técnica del producto el cual indica que es un producto de calidad, respaldando los resultados obtenidos. De las propiedades físicas se observa que el óxido de calcio es un producto de carácter sólido debido a todo el proceso químico que pasó para llevar al producto final, tiene un color blanco por las mismas características físicas de las rocas cálcicas y es inodora porque su materia prima no contiene olor.

4.2 Características Físicas, Químicas y Biológicas de las Aguas Residuales

El resultado de las características de las aguas residuales domésticas del distrito de Subtanjalla antes del tratamiento se muestran en la tabla 3

Tabla 3. Comparación de Parámetros		
Parámetros	Estándares de Calidad Ambiental Categoría 3, Subcategoría D1	Calidad de agua residual de la laguna de oxidación del distrito de Subtanjalla
pH	8.5	7.30
Demanda Química de Oxígeno (mg/L)	40.00	221.31
Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)	15.00	80.00
Selenio (mg/L)	0.02	<0.001
Plomo (mg/L)	0.05	< 0.002
Arsénico (mg/L)	0.1	< 0.002
Coliformes Totales (NMP/100mL)	1000 - 2000	350000

De la Tabla 3 donde se observa que según los ensayos de laboratorio realizados antes del tratamiento hacia los distintos parámetros que se consideraron, algunos tuvieron valores más altos y otros más bajo con respecto a la normativa peruana vigente Ecas 3, subcategoría D1.

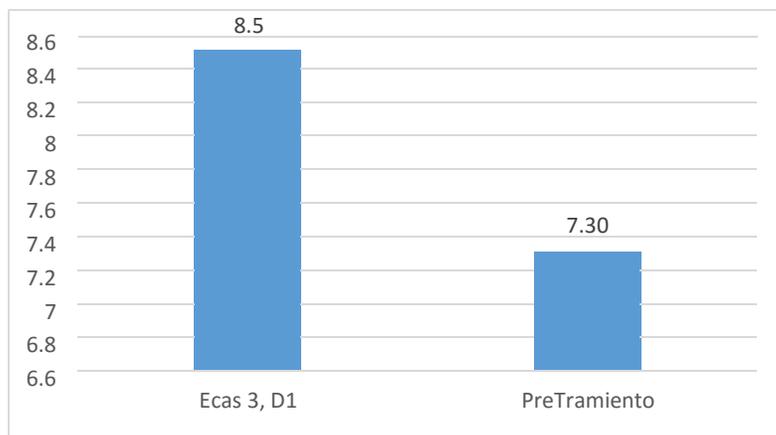


Figura 7 Comparación del PH

De la Figura 7 muestra el resultado de los análisis del PH previo al tratamiento que se le hizo al agua residual, dando como resultado que el valor encontrado es de un 7.30 lo cual se encuentra dentro del rango establecido por la normativa vigente, siendo 8.5 el mayor rango al que puede llegar dicho parámetro.

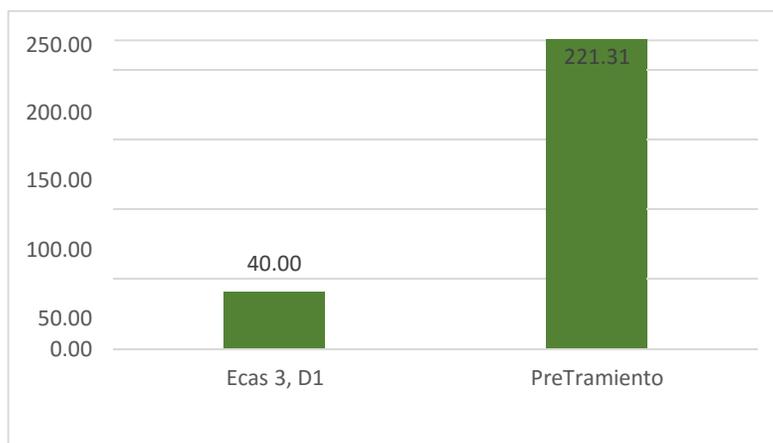


Figura 8 Comparación del DQO (mg/L)

De la Figura 8 muestra el resultado del análisis de la demanda química de oxígeno previo al tratamiento, dando como resultado que el valor encontrado es de 221.31 mg/L el cual excede en más del 500% el valor establecido en

la normativa vigente, lo cual indica que las partículas orgánicas no pueden ser oxidadas.

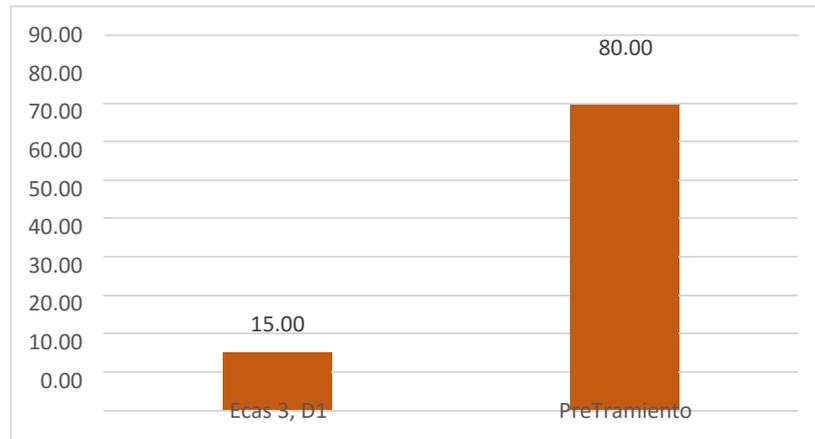


Figura 9 Comparación del DBO (mg/L)

De la Figura 9 muestra el resultado del análisis de la demanda bioquímica de oxígeno antes del tratamiento, dando como resultado que el valor encontrado es de 80.00 mg/L, excediendo en más del 500% el valor permitido como máximo en la normativa vigente.

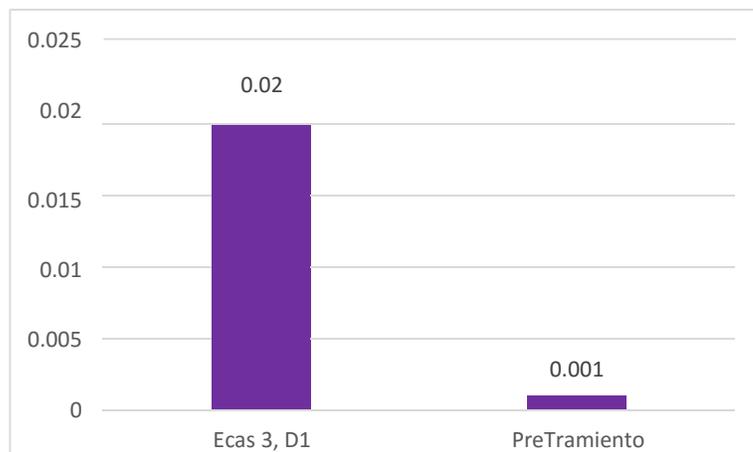


Figura 10 Comparación del Selenio (mg/L)

De la Figura 10 muestra que el resultado del análisis del selenio antes del tratamiento, dando como resultado que el valor encontrado está por debajo

del valor máximo permitido, siendo 0.001 mg/L el valor encontrado y 0.02 mg/L lo establecido en la norma vigente.

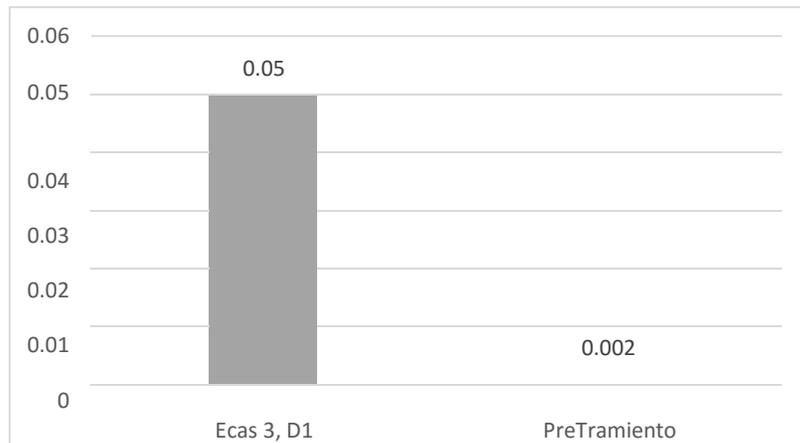


Figura 11 Comparación del Plomo (mg/L)

De la Figura 11 muestra que el resultado del análisis del plomo antes del tratamiento dio como resultado que las cantidades encontradas son mínimas y se encuentran por debajo del valor máximo permitido, siendo 0.05 mg/L lo establecido en la normativa y 0.002 mg/L lo encontrado según los análisis de laboratorio.

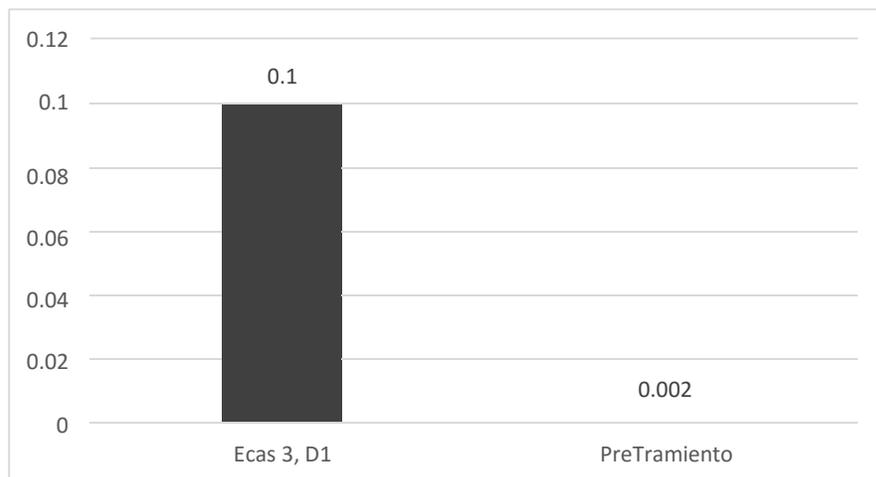


Figura 12 Comparación del Arsénico (mg/L)

De la Figura 12 muestra que el resultado del análisis del arsénico antes del tratamiento dio como resultado que las concentraciones de arsénico encontradas son mínimas y se encuentran por debajo del valor permitido, siendo 0.1 mg/L lo establecido en la normativa y 0.002 mg/L lo encontrado en los análisis correspondientes.

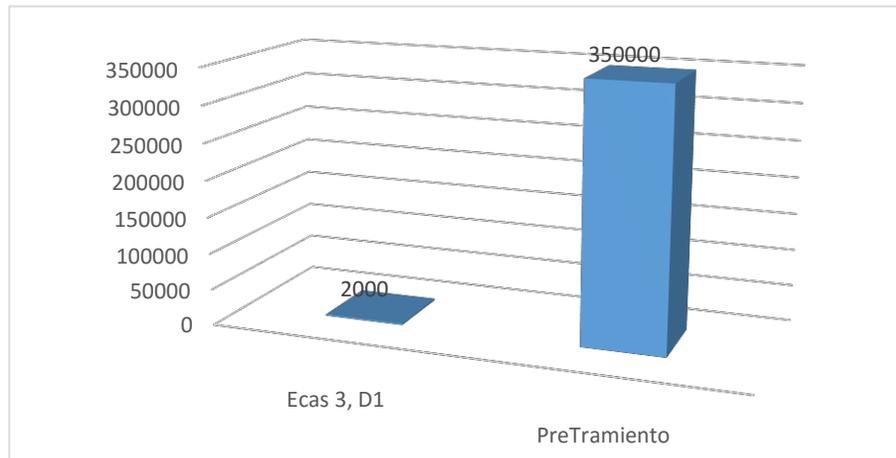


Figura 13 Comparación de los Coliformes Fecales

De la Figura 13 muestra que el resultado del análisis de los coliformes totales previo al tratamiento, dando como resultado que el valor encontrado es de 350000.00 NMP/100ml el cual excede el valor establecido en la normativa vigente, lo cual indica que excede las partículas orgánicas en dichas aguas.

4.3 Nivel Óptimo de Cal

Los resultados totales de los tratamientos y sus repeticiones se encuentran en el (Anexo 2) y los resultados de los promedios se encuentra en la Tabla 4.

Tabla 4. Tratamientos

PROMEDIOS	Potencial de Hidrógeno (Ph)	Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mg/L	Selenio mg/L	Plomo mg/L	Arsenico mg/L	Coliformes Totales NMP/100mL
T1	8.48	159.85	78.00	<0.001	<0.002	<0.002	11291.00
T2	8.71	150.21	76.00	<0.001	<0.002	<0.002	11000.00
T3	9.07	149.00	73.00	<0.001	<0.002	<0.002	220.00

De la Tabla 4 se observa el resultado obtenido de todos los tratamientos y sus repeticiones el cual se aplicará el análisis Anova con la prueba de contraste tukey de cada tratamiento para poder saber cual tuvo mayor efecto.

a) Análisis de variancia para el pH, se muestra en la Tabla 5.

Para todo el análisis de variancia de los todos los parámetros evaluados, serán las hipótesis:

Ho = Todos los tratamientos son iguales

Ha = Al menos un tratamiento no es igual

$\alpha = 0.05$

Al someter al análisis de variancia (Tabla 5) los resultados del pH en cada tratamiento y al resultar el (Pr > F) es menor a 0.05 es significativo o sea que se acepta que no todos los tratamientos son iguales y por tanto existe un efecto de los tratamientos sobre el pH.

Tabla 5. Análisis de Varianza del pH

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F Valor	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	0.52515556	0.26267778	8.29	0.0188
ERROR	6	0.19006667	0.03167778		
SUMA TOTAL	8	0.71522222			

CV= 8.07%

De la Tabla 6 se corrobora que, si es significativo porque las letras son desiguales, en consecuencia, se acepta la hipótesis alterna, por lo que se aplica la prueba de contraste de tukey en la que se determina cuál de los tratamientos es el mejor; por tanto, los tratamientos 1 y 2 son mejores que el tratamiento 3, esto porque el pH se acerca a neutro es mejor.

Tabla 6. Prueba contraste Tukey del pH

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	9.07	T3
BA	8.71	T2
B	8.48	T1

De la Figura 14 se observa la tendencia de los tratamientos, que a menor dosis de óxido de calcio sobre el agua residual doméstica mejora el pH.

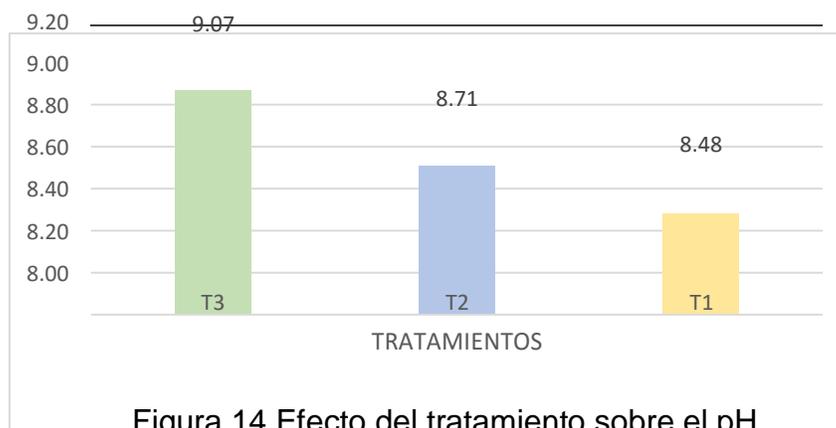


Figura 14 Efecto del tratamiento sobre el pH.

b) Análisis de variancia para el DQO, se muestra en la Tabla 7.

Para todo el análisis de variancia del parámetro evaluado, serán las hipótesis:

Ho = Todos los tratamientos son iguales

Ha = Al menos un tratamiento no es igual

$\alpha = 0.05$

Al someter al análisis de variancia (Tabla 7) los resultados del DQO en cada tratamiento y al resultar el (Pr > F) es mayor a 0.05 es no significativo o sea que se acepta que todos los tratamientos son iguales y que no hay efecto de los tratamientos.

Tabla 7. Análisis de Varianza del DQO

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F Valor	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	212.228689	106.114344	0.69	0.5378
ERROR	6	923.897667	153.982944		
SUMA TOTAL	8	1136.126356			

CV= 8.11 %

De la Tabla 8 se corrobora que, no es significativo porque las letras son iguales, en consecuencia, se acepta la hipótesis nula, por lo que se aplica la prueba de contraste de tukey en la que se determina que ningún tratamiento tuvo un efecto significativo.

Tabla 8. Prueba de contraste Tukey del DQO.

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	159.85	T1
A	150.2	T2
A	149	T3

De la Figura°15 se observa la tendencia de los tratamientos, que a mayor dosis de óxido de calcio sobre el agua residual doméstica mejora el DQO.

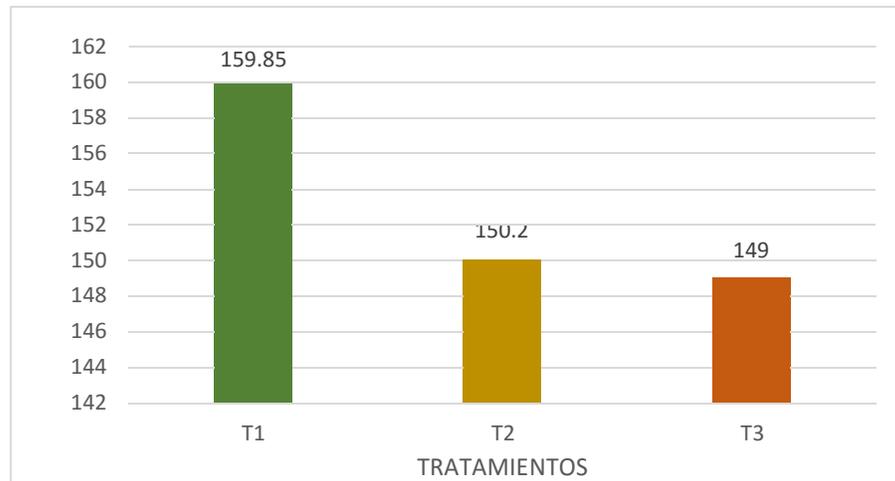


Figura 15 Efecto del tratamiento sobre el DQO

c) Análisis de variancia para el DBO, se muestra en la Tabla 9.

Para todo el análisis de variancia del parámetro evaluado, serán las hipótesis:

Ho = Todos los tratamientos son iguales

Ha = Al menos un tratamiento no es igual

$\alpha = 0.05$

Al someter al análisis de varianza (Tabla 9) los resultados del DBO en cada tratamiento y al resultar el ($Pr > F$) es mayor a 0.05 es no significativo o sea que se acepta que todos los tratamientos son iguales y que por tanto no existe efecto de los tratamientos sobre el DBO.

Tabla 9. Análisis de varianza del DBO

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F Valor	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	38	19	5.07	0.0514
ERROR	6	22.5	3.75		
SUMA TOTAL	8	60.5			

CV = 2.56%

De la Tabla 10 se corrobora que, si es significativo porque las letras son desiguales, en consecuencia, se acepta la hipótesis alterna, por lo que se aplica la prueba de contraste de tukey en la que se determina cuál de los tratamientos es el mejor; por tanto, los tratamientos 2 y 3 son mejores que el tratamiento 1, esto porque el DQO Disminuye mejorando la calidad del agua.

Tabla 10. Prueba de contraste tukey del DBO

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	78	T1
B A	76	T2
B	73	T3

De la Figura 16 se observa la tendencia de los tratamientos, que a mayor dosis de óxido de calcio sobre el agua residual doméstica mejora el DBO.

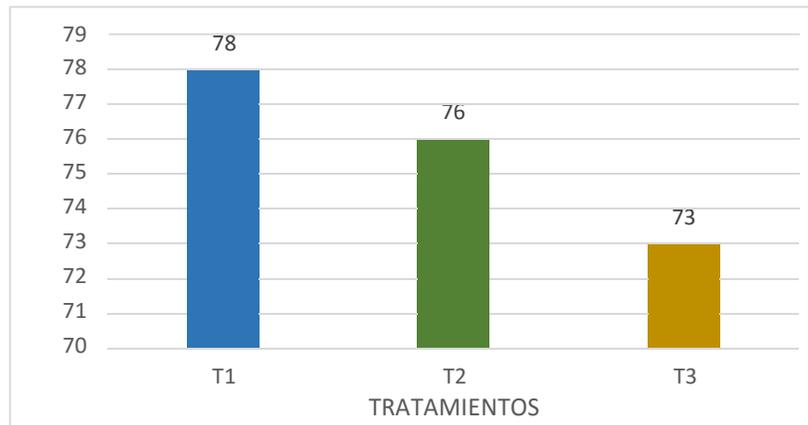


Figura 16 Efecto del tratamiento sobre el DBO

d) Análisis de variancia para el Selenio, se muestra en la Tabla 11

Para todo el análisis de variancia del parámetro evaluado, serán las hipótesis:

Ho = Todos los tratamientos son iguales

Ha = Al menos un tratamiento no es igual

$\alpha = 0.05$

Al someter al análisis de variancia (Tabla 11) los resultados del selenio en cada tratamiento y al resultar el (Pr > F) es mayor a 0.05 es no significativo o sea que se acepta que todos los tratamientos son iguales y que no existe efecto de los tratamientos sobre el selenio.

Tabla 11. Análisis de variancia del Selenio

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F Valor	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	0		0	...
ERROR	6	0		0	
SUMA TOTAL	8	0			

De la Figura 17 se observa la tendencia de los tratamientos, el cual no hubo efecto debido a que los porcentajes encontrados de selenio eran demasiadas bajas ya que las aguas residuales domésticas eran provenientes en su mayoría de zonas residenciales.

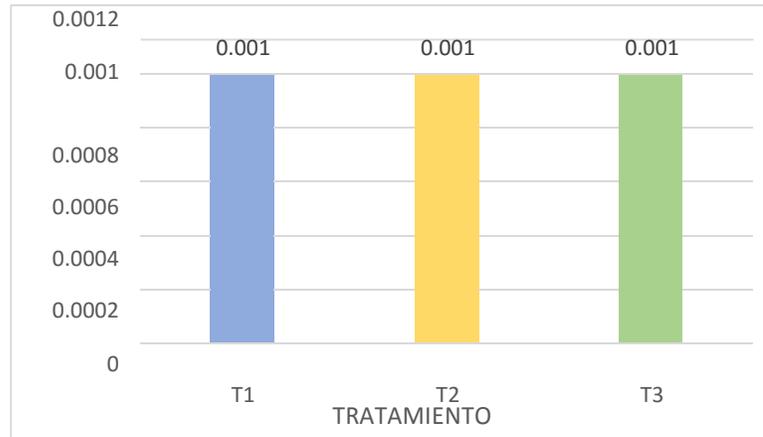


Figura 17 Efecto del tratamiento sobre el selenio

e) Análisis de variancia para el Plomo, se muestra en la Tabla 12

Para todo el análisis de variancia del parámetro evaluado, serán las hipótesis:

Ho = Todos los tratamientos son iguales

Ha = Al menos un tratamiento no es igual

$\alpha = 0.05$

Al someter al análisis de variancia (Tabla 12) los resultados del plomo en cada tratamiento y al resultar el (Pr > F) es mayor a 0.05 es no significativo o sea que se acepta que todos los tratamientos son iguales y que no existe efecto de los tratamientos sobre el plomo.

Tabla 12. Análisis de varianza del Plomo

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F valor	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	0		0	...
ERROR	6	0		0	
SUMA TOTAL	8	0			

CV = 0

De la Figura 18 se observa la tendencia de los tratamientos, el cual no hubo efecto debido a que los porcentajes encontrados de plomo eran demasiadas bajas ya que las aguas residuales domésticas eran provenientes en su mayoría de zonas residenciales.

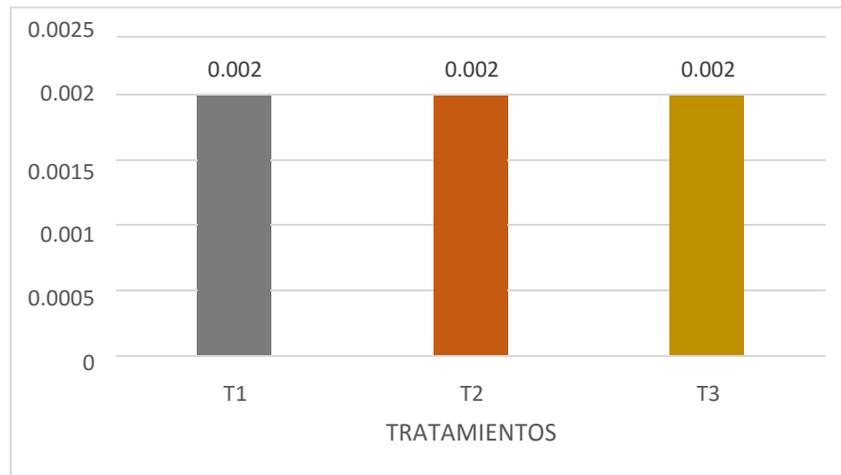


Figura 18 Efecto del tratamiento sobre el plomo.

f) Análisis de variancia para el Arsénico, se muestra en la Tabla 13

Para todo el análisis de variancia del parámetro evaluado, serán las hipótesis:

Ho = Todos los tratamientos son iguales

Ha = Al menos un tratamiento no es igual

$\alpha = 0.05$

Al someter al análisis de varianza (Tabla 13) los resultados del arsénico en cada tratamiento y al resultar el ($Pr > F$) es mayor a 0.05 es no significativo o sea que se acepta que todos los tratamientos son iguales y que no existe efecto de los tratamientos sobre el arsénico.

Tabla 13. Análisis de varianza del Arsénico

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F Valor	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	0		0	...
ERROR	6	0		0	
SUMA TOTAL	8	0			

De la Figura 19 se observa la tendencia de los tratamientos, el cual no hubo efecto debido a que los porcentajes encontrados de plomo eran demasiadas bajas ya que las aguas residuales domésticas eran provenientes en su mayoría de zonas residenciales.

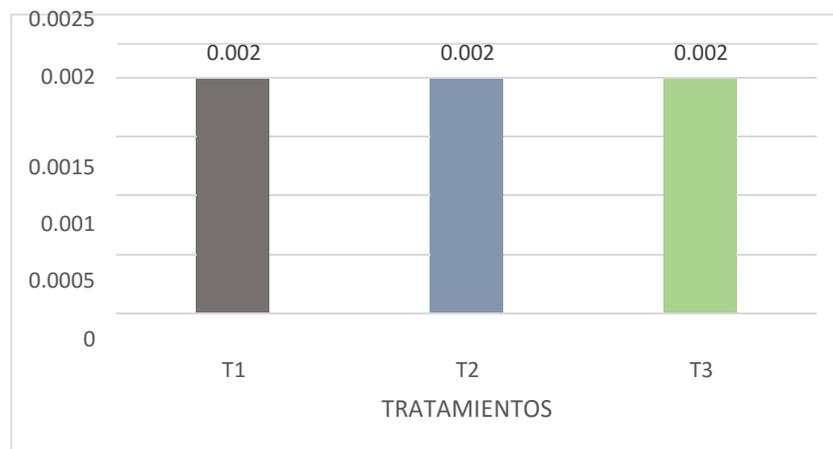


Figura 19 Efecto del tratamiento sobre el Arsénico

g) Análisis de variancia para los coliformes termo tolerantes, se muestra en la Tabla 14

Para todo el análisis de variancia del parámetro evaluado, serán las hipótesis:

Ho = Todos los tratamientos son iguales

Ha = Al menos un tratamiento no es igual

$\alpha = 0.05$

Al someter al análisis de variancia (Tabla 14) los resultados de los coliformes termo tolerantes en cada tratamiento y al resultar el (Pr > F) es menor a 0.05 es significativo o sea que se acepta que no todos los tratamientos y por tanto existe un efecto de los tratamientos sobre los coliformes termo tolerantes.

Tabla 14. Análisis de variancia de los coliformes termo tolerantes

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F Valor	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	238875272.2	119437636.1	40.79	0.0003
ERROR	6	17567247.2	2927874.5		
SUMA TOTAL	8	256442519.4			

CV= 22.8 %

De la Tabla 15 se corrobora que, si es significativo porque las letras son desiguales, en consecuencia, se acepta la hipótesis alterna, por lo que se aplica la prueba de contraste de tukey en la que se determina cuál de los tratamientos es el mejor; por tanto, el tratamiento 3 es mejor que los tratamientos 1 y 2, esto porque mientras menos coliformes contenga el agua, será mejor la calidad.

Tabla 15. Prueba del contraste Tukey de los Coliformes

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	11292	T1
A	11000	T2
B	220	T3

De la Figura 20 se observa la tendencia de los tratamientos, que a mayor dosis de óxido de calcio sobre el agua residual doméstica disminuirá la cagar de coliformes termo tolerantes.

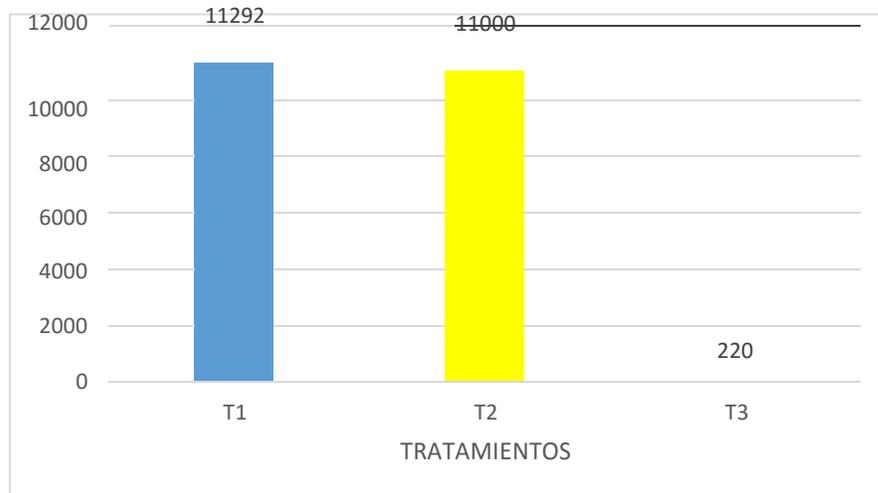


Figura 20 Efecto del tratamiento sobre los coliformes

h) Análisis de variancia para los sólidos suspendidos, se muestra en la Tabla 16

Para todo el análisis de variancia del parámetro evaluado, serán las hipótesis:

Ho = Todos los tratamientos son iguales

Ha = Al menos un tratamiento no es igual

$$\alpha = 0.05$$

Al someter al análisis de varianza (Tabla 16) los resultados de los sólidos totales suspendidos en cada tratamiento y al resultar el ($Pr > F$) es menor a 0.05 es significativo o sea que se acepta que no todos los tratamientos son iguales y por tanto existe un efecto de los tratamientos sobre los sólidos totales suspendidos.

Tabla 16. Análisis e varianza de los sólidos suspendidos

FUENTE DE VARIACIÓN	GRADOS DE LIBERTAD	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F Valor	Pr > F
TRATAMIENTOS	2	5528.275556	2764.137778	43.5	0.0003
ERROR	6	381.226667	63.537778		
SUMA TOTAL	8	5909.502222			

$$CV = 14.07\%$$

De la Tabla 17 se corrobora que, si es significativo porque las letras son desiguales, en consecuencia, se acepta la hipótesis alterna, por lo que se aplica la prueba de contraste de tukey en la que se determina cuál de los tratamientos es el mejor; por tanto, los tratamientos 1 y 2 son mejores que el tratamiento 3, esto porque a menor carga de sólidos totales suspendidos mejor es la calidad del agua.

Tabla 17. Prueba de contraste Tukey de los sólidos suspendidos

SIGNIFICANCIA	PROMEDIOS	TRATAMIENTOS
A	80	T3
A	67.6	T2
B	22.333	T1

De la Figura 21 se observa la tendencia de los tratamientos, que a menor dosis de óxido de calcio sobre el agua residual doméstica menor cantidades de sólidos suspendidos.

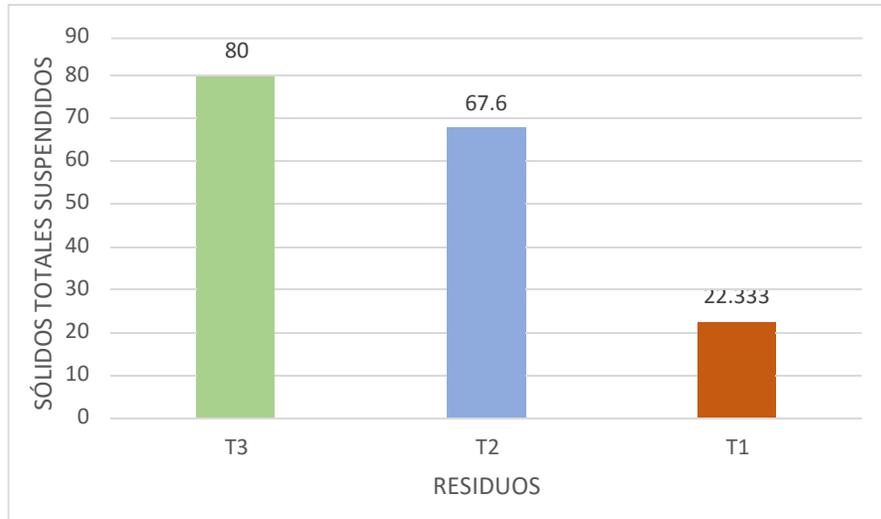


Figura 21 Efecto del tratamiento sobre los sólidos totales suspendidos

V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos para las características del óxido de calcio se encuentran que tuvo un $\geq 97\%$ de pureza, color blanco y teniendo una forma sólida en polvo, la granulometría medida en un tamiz N° 200 de las cuales solo pasa el 35% de partículas mayores a 75 μm y las impurezas las cuales son cloruros, sulfatos y metales pesados, (Tejada Mayta, 2017), señala que encontró 69.7% pureza de cal, mientras que (Sobrados Quispe & Vela Matta 2017) en su trabajo señala que encontró un 80% de pureza óxido de calcio e impurezas como sílice, señalando que es importante medir las características del óxido de calcio.

De los resultados obtenidos para el tratamiento del agua residual domésticas usando el óxido de calcio como único tratamiento resulto significativo para el pH, siendo 7.30 el valor encontrado antes del tratamiento, 9.07 después del tratamiento, DQO 221.31 mg/L antes del tratamiento y 149 mg/L después del tratamiento, DBO 80 mg/L y 73 mg/L después del tratamiento, coliformes termo tolerantes 350000 NMP/100ml antes y 220 NMP/100ml después del tratamiento y sólidos totales suspendidos 20 mg/L antes y 22.33, mg/L después del tratamiento y no significativos selenio <0.001 mg/L antes y después del tratamiento, plomo <0.002 mg/L antes y después del tratamiento, arsénico <0.002 mg/L antes y después del tratamiento, lo mismo encontró así mismo (J. Hanaeus & A. Hanaeus, 2017), encontró que con el pH 8.1 se puede reducir el DBO de 250 mg/L a 70 mg/L como mínimo mediante el hidróxido de calcio y sales de aluminio, siendo este mejor al presente trabajo, así mismo (J. Phasey et al., 2017), al encontrar que con un pH 10 puede reducir el DQO de 64 mg/L a 2.9 mg/L y sólidos totales suspendidos de 125 mg/L a 12 mg/L como mínimo, mediante la utilización algas más hidróxido de calcio y fosfato, por otra parte (Quitero Laura & Rodríguez Nelson, 2020), al encontrar que con un pH de 9.54 puede reducir el DQO de 12.500 mg/L-1 a 6.444 mg/L-1 y los sólidos totales suspendidos de 1.200 mg/L-1 a 285 mg/L-1 mediante la utilización de cal pagada en aguas residuales de café, siendo estos mejores al presente trabajo, mientras que (Tejada Mayta, 2017), al encontrar que con un pH de 11.8 se

puede reducir los sólidos totales suspendidos de 67400 mg/L a 18.25 mg/L mediante la utilización de lechada de cal en aguas residuales de relaves mineros, siendo este mejor al presente trabajo, por otra parte (Ortiz Barbier, 2020), encontró que con el pH de 11.90 se puede reducir los coliformes termo tolerantes de 400 NMP/100 a 1 NMP/100 como mínimo mediante el óxido de calcio, encontrando valores más bajos que la del presente trabajo, al comprar con los antecedentes de (Jiménez Huallpa, 2017), encontró que con un pH de 8.1 no se logró reducir el selenio 0.010 mg/L, plomo 0.008 mg/L, arsénico 0.010 mg/L en aguas residuales de relave minero, teniendo los mismos valores antes y después del tratamiento, mediante la utilización de lechada de cal, teniendo resultados similares al presente trabajo, por otro lado (Escarcena Flores 2018), al encontrar que con un pH 11 se logró la disminución del arsénico de 0.053 mg/L a 0.0115 mg/L mediante la utilización de hidróxido de calcio más sulfato de aluminio en agua residual municipales, encontrando valores superiores al presente trabajo.

VI. CONCLUSIONES

La característica del óxido de calcio para el presente trabajo tuvo una pureza mayor $\geq 97\%$ con impurezas del 3% una granulometría del 35% un color blanco una forma de sólidos (polvo) e inodora.

Las características de las aguas residuales domésticas encontradas en el presente trabajo fueron: pH 7.30, DQO 221.31 mg/L, DBO 80 mg/L, Selenio <0.001 mg/L, plomo <0.002 mg/L, arsénico <0.002 mg/L, coliformes termo tolerantes 350000 NMP/100 ml y sólidos totales suspendidos 20 mg/L.

Para todos los tratamientos del análisis de varianza resultaron no significativas ($P < 0.05$), y a la prueba de tukey el tratamiento 3 resultó mejor (1.10 mg/L), disminuyendo significativamente los parámetros orgánicos y microbiológicos cuyos valores fueron para: pH 9.07, DQO 149 mg/L, DBO 73 mg/L, coliformes termo tolerantes 220 NMP/100ml). Sin embargo, para los parámetros inorgánicos fueron no significativos ($P > 0.05$) y fueron cantidades mínimas que estuvieron por debajo de los estándares de calidad ambiental: selenio <0.001 , plomo <0.002 , arsénico <0.002 .

VII. RECOMENDACIONES

Realizar mayores trabajos utilizando mayores cantidades de óxido de calcio (cal viva) en aguas residuales domésticas.

Realizar mayores trabajos teniendo en cuenta la pureza e impurezas del óxido de calcio debido a que podrían alterar los resultados.

Realizar mayores trabajos teniendo en cuenta los demás parámetros mencionados en los estándares de calidad ambiental.

REFERENCIAS

(ANA), Autoridad Nacional del Agua. 2019. Ley de recursos hídricos Ley N° 29338. Lima : Zuna Printing EIRL, 2019.

Ambiente, Ministerior del. 2017. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Lima, Perú : El peruano, 7 de Junio de 2017.

Ayala Cercado, Robeto Carlos. 2018. INFLUENCIA DE LA DOSIFICACIÓN DE CAL EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS ÁCIDAS DE LA QUEBRADA MESA DE PLATA HUALGAYOC – 2018. Cajamarca : s.n., 2018.

Baena Paz, Guillermina. 2017. *Metodología de la investigación* . 3. s.l. : Grupo Editorial Patria, 2017. págs. 17-18.

Barreto Baltazar, Humberto Lelis. 2016. Efecto de la dosificación de cal en la remoción de hierro y cobre del efluente de la empresa minera San Simón- La Libertad. Trujillo : s.n., 2016.

Calcium hydroxide as low cost adsorbent for the effective removal of indigo carmine dye in water. Narayan Ramesh, Thimmasandra, Veeranna Kirana, Devarahosahally y Ashwini, Ashwathaiyah. 2017. 2, 2017, Journal of Saudi Chemical Society, Vol. 21, págs. 165-171.

Calidad del agua y desarrollo sostenible. Chávez Villena, Jorge Alberto. 2018. Lima : s.n., 2018, Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, Vol. 35, págs. 304-308.

CALIDAD DEL AGUA Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Chávez, Jorge Alberto Villena. 2018. 2, Lima : s.n., 13 de Junio de 2018, Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública , Vol. 35. ISSN electrónica 1726-4642.

Caracterización composicional y de resistencia a las calizas explotadas en las minas del municipio de boscomina, en el departamento del cesar. Atencio Guerrero, María

Jose y Britto López, Yassuana. 2019. 1, 2019, Ingenierías USBMed, Vol. 10, págs. 2-7.

Correa Rojas, Donny Alexander y Santillán Llovera, Lenin. 2016. Factibilidad económica de la explotación de roca caliza para producir óxido de calcio en la concesión minera no metálica José Gálvez, Bambamarca, Cajamarca. Cajamarca : s.n., 2016.

De la Cruz Lima, Yeny. 2019. Efecto de la dosificación de lechada de cal en la remoción del manganeso del agua de mina de la UM Huarón 2018. Huancayo : s.n., 8 de 07 de 2019.

Determinación del modelo matemático basado en redes neuronales del sistema de dosificación de sulfato de aluminio y cal de la planta de tratamiento de agua potable Carigán. Alberto Ochoa Vásquez, Edgar, y otros. 2019. 3, Marzo de 2019, Brazilian Journal of Development, Vol. 5, págs. 2162-2172.

Estudios Transversales. Cvetkovic Vega, A, y otros. 2021. 1, Lima : s.n., 2021, Revista de la Facultad de Medicina Humana , Vol. 21.

Evaluación de tres tipos de cal para el tratamiento primario de las aguas residuales del café. Quitero Yepes, Laura Vanessa y Rodríguez Valencia, Nelson. 2020. 2, 2020, Revista Cenicafé, Vol. 71, págs. 105-117.

Harvesting of algae in municipal wastewater treatment by calcium phosphate precipitation mediated by photosynthesis, sodium hydroxide and lime. Phasey, J, Vandamme, D y Fallowfield, H.J. 2017. 2017, Algal Research, Vol. 27, págs. 115-120.

Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio , María del Pilar. 2014. *Métodología de la Investigación.* 6. s.l. : Mc Graw Hi Education, 2014.

Jimenez Huallpa, Cynthia Candy. 2017. Eficiencia en la remoción del tratamiento de aguas ácidas de mina, mediante neutralización activa con lechada de cal de la Unidad Minera Arasi – Puno. Lima, Perú : s.n., Junio de 2017.

Mario, Tamayo y Tamayo. 2003. *EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. [ed.] Noriega. Cuarta. s.l. : Editorial Lumisa, 2003. ISBN 968-18-5872-7.

MVCS. 2006. Norma Técnica de Edificación OS.090 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales. Lima, Perú : s.n., 2006.

Ortíz Barbier, Sofía. 2020. *DESINFECCIÓN DEL AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA DE LAS VIVIENDAS PALAFÍTICAS MEDIANTE EL USO DE MATERIALES EXCLUSIVOS DE LA ZONA*. Bogotá, Colombia : s.n., 2020.

OXIDATION POND FOR MUNICIPAL WASTERWATER TREATMENT. Butler, Erick, y otros. 2017. 27 de Marzo de 2017, *Appl Water Sci*, Vol. 7, págs. 31-51.

Protocolo de la Investigación III: La población de estudio. Gómez Arias , Jesús, Villasís keever, Miguel Ángel y Miranda Novales, María Guadalupe. 2016. 2, 2016, *Revista Alergia Mexico*, Vol. 63.

Quiminet. 2007. Quiminet.com informacion y negocios segundo a segundo . [En línea] 17 de Enero de 2007. <https://www.quiminet.com/articulos/la-cal-tipos-y-proceso-de-obtencion-17648.htm>.

Reuso de agua residual tratada en la laguna de oxidación de la ciudad de David de la Provincia de Chiriquí. Rodríguez, Kevin y Zarraonandia, Génesis. 2016. 1, David : s.n., 2016, *Plus Economía*, Vol. 4, págs. 19-24. ISSN: 2411-0353.

Riego, Ministerio de Desarrollo Agrario y. 2016. *Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad De los Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA)*. Lima. Lima : s.n., 2016. pág. 86.

Rosa, Escarcena Flores Carmen. 2018. *REMOCIÓN DE ARSÉNICO DE LAS AGUAS MUNICIPALES Y POZOS DOMÉSTICOS EN LA CIUDAD DE JULIACA POR PRECIPITACIÓN ALCALINA*. Puno, Perú : s.n., 2018.

Saavedra Sánchez, Lizet Marlene. 2016. *REMOCIÓN DE FÓSFORO EN AGUAS RESIDUALES POR EL MÉTODO DE FLOCULACIÓN Y SEDIMENTACIÓN UTILIZANDO CAL ARTESANAL Y ALUMBRE - KOLLPA*. Puno : s.n., 2016.

Sánchez, Rodríguez. 2020. *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México : Klik Soluciones Educativas S.A, 2020. pág. 52.

Simultaneous removal of bisphenol A and phosphate from water by peroxymonosulfate combined with calcium hydroxide. Nie, Minghua, y otros. 2019. 2, 1 de Agosto de 2019, Chemical Engineering Journal, Vol. 21, págs. 165-171.

Sobrados Quispa, Oscar Alberto y Vela Matta, Brian Alexis Tomas . 2017. DETERMINACIÓN DE LAS CONDICIONES DE OPERACIÓN PARA EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS DE RELAVES DE LA EMPRESA MINERA EN CAJAMARC MEDIANTE REDUCCIÓN DE SULFATOS CON LECHADA DE CAL. Lima, Perú : s.n., 17 de 02 de 2017.

Tejada Mayta, Ronal. 2017. *TRATAMIENTO Y SEDIMENTACIÓN DE LA TURBIDEZ CON CAL EN LAS AGUAS RESIDUALES DE LOS RELAVES MINEROS DE LA UNIDAD OPERATIVA MINERA SANTIAGO - B*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno : 2017.

TREATMENT OF SYNTHETIC OILY WASTEWATERS BY COAGULATION - MF HYBRID PROCESS USING MULLITE - ALUMINA CERAMIC MEMBRANES. Abbasi, Mohsen y Taheri, Aboozar. 2018. 3, 2018, Environmental Engineering and Management Journal, Vol. 17.

Wastewater pond systems using chemical precipitation (felling dams): state of the art in Sweden. Hanaeus, J y Hanaeus, A. 2017. 10, 23 de Noviembre de 2017, Water Science & Technology, Vol. 76, págs. 2623-2629.

Water Soluble Polymer Flocculants: Synthesis, Characterization, and Performance Assessment. Vajihinejad, Vahid, y otros. 2019. 2, s.l. : Macromolecular Materials and Engineering, 2019, Vol. 304. p. 1800526.

WWAP. 2017. *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, 2017: Aguas residuales: el recurso no explotado; 2017*. París : s.n., 2017.

—. 2017. *Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos, 2017: Aguas residuales: el recurso no explotado*; 2017. París : s.n., 2017.

ANEXOS

Anexo N° 1 Fichas e Instrumentos de validación

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres (Experto):
- 1.2. Cargo e Institución dónde labora:
- 1.3. Especialidad o Línea de Investigación:
- 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Calidad de agua pretratamiento
- 1.5. Autor(a) del instrumento: Hernández Hernández Alex Javier

II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Indicadores	Inaceptable					Minimamente Aceptable			Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.								X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.								X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.								X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.								X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.								X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.								X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.								X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.								X				
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis								X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico								X				

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento No cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Ica 31 de enero del 2022

Dr. Eustero Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

V. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres (Experto):
- 1.2. Cargo e Institución dónde labora:
- 1.3. Especialidad o Línea de Investigación:
- 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Calidad de Agua Post tratamiento
- 1.5. Autor(a) del instrumento: Hernández Hernández Alex Javier

VI. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Indicadores	Inaceptable					Minimamente Aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.									X				
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.									X				
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.									X				
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.									X				
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.									X				
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.									X				
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.									X				
9. MMETODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico									X				

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento No cumple con los requisitos para su aplicación

 X

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Ica 31 de enero del 2022

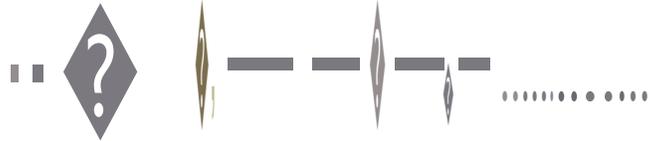


Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

 t' _

| ■ ■ ■

•



... — ,,,,,

•

XI DEFINICIÓN DE APLICABILIDAD

El om!N"*IIO cumple con los requ.,s,tos para la apl,cac,ón SI
El om!N"*IIO No cumple con los requSIOS para ... ;iplicaClón

•

XII PROMEDIO DE VALORACIÓN

↑ — ↑

lea 31 de eero del 2022


Dr. Excmo. Honorario Amado Escobar
CIP N° 5450

FOOHSffl'8,QO.

,u   ...  . = = ; ; - , , , ..

-
-

XV OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El instrumento cumple con los requisitos par., su aplicación SI
El instrumento No cumple con los requisitos par., su aplicación

X

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN

↑	—	↑
---	---	---

lea 31 de enero del 2022


Dr. Esteban Hincapié Arana Suardes
C/1º, q. 21.11

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres (Experto): Hernández Anicama Lilibeth Milagros
- 1.2. Cargo e Institución dónde labora:
- 1.3. Especialidad o Línea de Investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos.
- 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Calidad de agua pretratamiento
- 1.5. Autor(a) del instrumento: Hernández Hernández Alex Javier

II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Indicadores	Inaceptable					Minimamente Aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodologicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										X			
9. MMETODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento No cumple con los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

--

Lima 31 de enero del 2022



Milagro

Lilbeth Milagro Hernández Andrade

INGENIERA AMBIENTAL Y SANITARIA

1980-1986

VALUACIÓN DE INSTRUMENTO 3

IX. OBJETOS GENERALES

- 1.1. Apoyar a los docentes en el desarrollo de sus actividades docentes, administrativas y de gestión.
- 1.2. Contribuir a la formación de los docentes en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- 1.3. Evaluar el desempeño de los docentes en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- 1.4. Normar el uso de los instrumentos de evaluación de los docentes en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones.
- 1.5. Asesorar a los docentes en el uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

X. ASPECTOS DE EVALUACION

Criterio	Especificación					Medios de Verificación					Aplicación					
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
1. CLARIDAD																X
2. OBJETIVO																X
3. ACTUALIDAD																X
4. RELEVANCIA																X
5. COHERENCIA																X
6. CONSISTENCIA																X
7. COHERENCIA DE LOS ÍTEMES																X
8. COHERENCIA DE LOS ÍTEMES																X
9. COHERENCIA DE LOS ÍTEMES																X
10. COHERENCIA DE LOS ÍTEMES																X

XI. OPINION DE APLICABILIDAD

El instrumento es aplicable en los cursos de formación inicial de docentes, SI

El instrumento No cumple con los requisitos de aplicabilidad, NO

X

XII. MEDIO DE VALUACIÓN

Lima 31 de enero del 2022



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

XIII. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres (Experto): Hernández Anicama Lilibeth Milagros
- 1.2. Cargo e Institución dónde labora:
- 1.3. Especialidad o Línea de Investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos.
- 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Características del óxido de calcio
- 1.5. Autor(a) del instrumento: Hernández Hernández Alex Javier

XIV. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Indicadores	Inaceptable					Minimamente Aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico										X			

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento No cumple con los requisitos para su aplicación

X

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

--

Lima 31 de enero del 2022




Lilibeth Milagros Hernández Anicama
 INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIA
 R. # CIP. 217545

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres (Experto): Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso.
- 1.2. Cargo e Institución dónde labora: Docente Asociado de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Especialidad o Línea de Investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos.
- 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Calidad de agua pretratamiento
- 1.5. Autor(a) del instrumento: Hernández Hernández Alex Javier

II. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Indicadores	Inaceptable					Minimamente Aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										X			
9. MMETODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico										X			

III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento No cumple con los requisitos para su aplicación

Si
85%

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:


 Nombres y Apellidos: Danny Alonso lizarzaburu Aguinaga
 CIP: 95556

Lima 31 de enero del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

V. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres (Experto): Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso.
- 1.2. Cargo e Institución dónde labora: Docente Asociado de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Especialidad o Línea de Investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos.
- 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Calidad de Agua Post tratamiento
- 1.5. Autor(a) del instrumento: Hernández Hernández Alex Javier

VI. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Indicadores	Inaceptable					Minimamente Aceptable			Aceptable				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										X			
9. MMETODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico										X			

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento No cumple con los requisitos para su aplicación

Si

--

VIII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%



Lima 31 de enero del 2022

Nombres y Apellidos: Danny Alonso Lizarzaburu Aguinaga
CIP: 95556

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

IX. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y nombres (Experto): Lizarzaburu Aguinaga Danny Alonso.
- 1.2. Cargo e Institución dónde labora: Docente Asociado de la Universidad Cesar Vallejo.
- 1.3. Especialidad o Línea de Investigación: Tratamiento y Gestión de Residuos.
- 1.4. Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Residuos
- 1.5. Autor(a) del instrumento: Hernández Hernández Alex Javier

X. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

Criterios	Indicadores	Inaceptable						Minimamente Aceptable			Aceptable			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales.										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico										X			

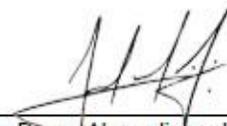
XI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento cumple con los requisitos para su aplicación Si
- El instrumento No cumple con los requisitos para su aplicación

Si

XII. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85%

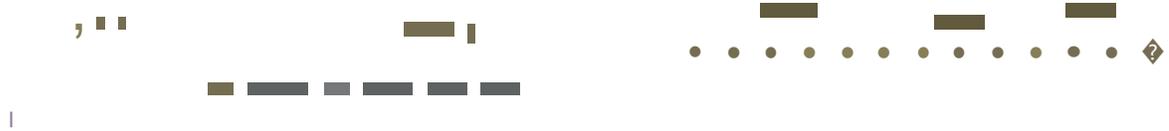

 Nombres y Apellidos: Danny Alonso Lizarzaburu Aguinaga
 CIP: 95556

Lima 31 de enero del 2022

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 4

XIII. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y nombres (Experto). Lizarzaburu Agumga Danny Alonso.
- 1.2. cargo e institución de trabajo. Docente Asociado de la Universidad Cesar
- 1.3 Especialización o título de maestría. Tratamiento y Gestión de Residuos
- 1.4. Nombre del instrumento. Modelo de evaluación de competencias del 6000 de
- 1.5. Autor(a) del instrumento. Hernán Z. Hernández. Alex Javier



XIV. ASPECTOS DE EVALUACIÓN

 ,	X
	X



X

X

ja _____, m, ...
i, — ao.riloo

X

XV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

El Instrumento cumple con los requisitos para su aplicación SI

El Instrumento No cumple con los requisitos para su aplicación

XVI. PROMEDIO DE VALORACIÓN.

eg

Lima 31 de enero del 2022

Nombres y Apellidos: Danny Alonso Izarzururu Aguinaga
CIP: 195556

| |



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

VºBº

Ficha de Análisis N° 1 de Calidad de Agua - PreTratamiento

FACULTAD	Ingeniería y Arquitectura
ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería Ambiental
AUTOR	Hernández Hernández Alex Javier
ASESOR	MSc. Quijano Pacheco Wilber Samuel
FECHA	

PARÁMETROS	Potencial de Hidrógeno (pH)	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Selenio	Plomo	Arsenico	Coliformes Totales
Muestra							


Lilibeth Milagros Hernández Anicama
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIA
Reg. CIP 211466


Danny Lizarzaburu Aguinaga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 95566


Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450



Ficha de Análisis N° 2 de Calidad de Agua - Post Tratamiento

FACULTAD	Ingeniería y Arquitectura
ESCUELA PROFESIONAL	Ingeniería Ambiental
AUTOR	Hernández Hernández Alex Javier
ASESOR	MSc. Quijano Pacheco Wilber Samuel
FECHA	

PARÁMETROS		Potencial de Hidrógeno (pH)	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Selenio	Plomo	Arsenico	Coliformes Totales
T 1	x1							
	x2							
	x3							
T 2	x1							
	x2							
	x3							
T 3	X1							
	X2							
	X3							



Lilibeth Milagros Hernández Anicama
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIA
Reg. CIP 237466



Danny Uzarzaburu Aguinaga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 85559



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha Técnica N° 3 Residuos

FACULTAD	Ingeniería Y Arquitectura
ESCUELA	Ingeniería Ambiental
AUTOR	Hernández Hernández Alex Javier
ASESOR	MSc. Quijano Pacheco Wilber Samuel
FECHA	

V°B°

Sólidos Suspendidos		
T1	X1	
	X2	
	X3	
T2	X1	
	X2	
	X3	
T3	X1	
	X2	
	X3	
		Promedio



Lilbeth Milagros Hernández Anicama
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIA
Reg. CIP 217966

Danny Lizarzaburu Aguinaga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 85553

Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Ficha Técnica N° 5 del Óxido de Calcio (CaO)

FACULTAD	Ingeniería Y Arquitectura
ESCUELA	Ingeniería Ambiental
AUTOR	Hernández Hernández Alex Javier
ASESOR	MSc. Quijano Pacheco Wilber Samuel
FECHA	9/02/2022

Características del Óxido de Calcio (CaO)		
Granulometría	G1	
Pureza	P1	
Componentes	C1	
Propiedades Físicas	F1	

V°B°



Lilibeth Milagros Hernández Anicama
INGENIERO AMBIENTAL Y SANITARIA
Reg. CIP 217566



Danny Lizaraburu Aguiraga
Ingeniero Químico
Reg. CIP N° 95559

Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasabar
CIP N° 25450

Anexo N° 2 Resultados de los parámetros por cada tratamiento

Tabla 18. Tabla de análisis y repeticiones

Tratamientos	repeticiones	Potencial de Hidrógeno (Ph)	Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mg/L	Selenio mg/L	Plomo mg/L	Arsenico mg/L	Coliformes Termotolerantes NMP/100mL
T 1 (0.65 gr/L)	x1	8.18	152.62	80.00	<0.001	<0.002	<0.002	9575.00
	x2	8.68	167.08	76.50	<0.001	<0.002	<0.002	13500.00
	x3	8.59	159.85	77.50	<0.001	<0.002	<0.002	108000.00
T2 (0.85 gr/L)	x1	8.69	149.00	76.00	<0.001	<0.002	<0.002	10000
	x2	8.69	138.15	74.00	<0.001	<0.002	<0.002	9500
	x3	8.75	163.46	78.00	<0.001	<0.002	<0.002	13500
T3 (1.10 gr/L)	X1	8.91	138.15	75.00	<0.001	<0.002	<0.002	250.5
	X2	9.21	167.08	71.00	<0.001	<0.002	<0.002	190
	X3	9.09	141.77	73.00	<0.001	<0.002	<0.002	219.5

Tabla 19. Tabla de Resultados de los sólidos Suspendidos

Sólidos Suspendidos (mg/L)		
T0	X0	20.00
T1	X1	25.00
	X2	20.00
	X3	22.00
T2	X1	60.00
	X2	65.00
	X3	77.80
T3	X1	80.00
	X2	70.00
	X3	90.00
		Promedio

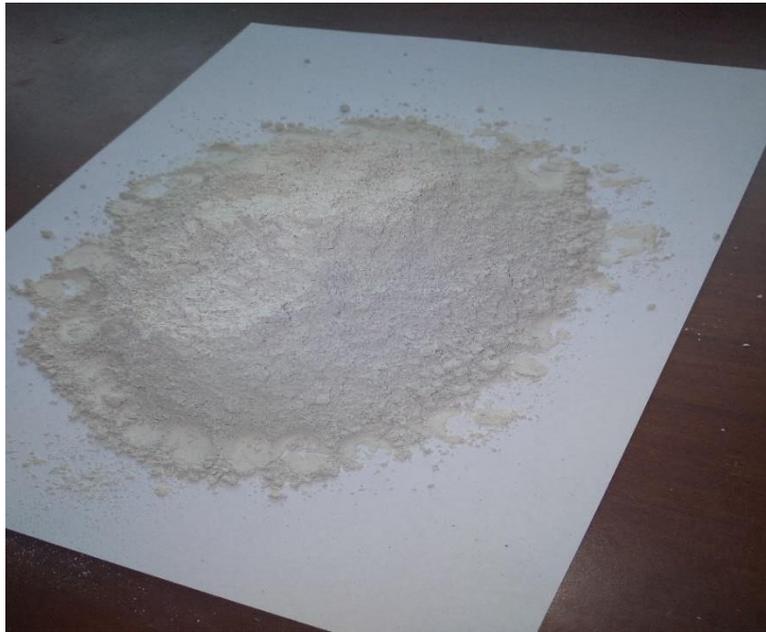
Anexo N° 3 Panel Fotográfico



Laguna de oxidación



Muestreo de agua residual



Óxido de calcio



Tamiz N° 200

Anexo N° 4 Matriz de Operacionalización de variables

Tabla N° 1 Matriz de Operacionalización de Variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Niveles de Cal en el tratamiento terciario de las aguas residuales domésticas	Sustancia química gris-blanca, producto de la disgregación a altas temperaturas de la piedra caliza, es un material que no se inflama, pero responde con el agua, utilizada en diferentes campos científicos por sus grandes beneficios. (Vital, 2021)	Se compararán con lo establecido en la normativa peruana, se realizan tomas de muestra y ensayos de laboratorio. Los indicadores serán las medidas para la mezcla del CAL en el agua.	Características del Óxido de Calcio	Granulometría	%
				Pureza	%
				Propiedades Físicas	-
				Componentes	ppm
			Características Físicas, Químicas y Biológicas de las aguas residuales domésticas	pH	Unidad de pH
				Selenio	mg/L
				DBO	mg/L
				DQO	mg/L
				Coliformes Totales	NMP/100 ml
				Plomo	mg/L
Arsenico	mg/L				
Nivel Óptimo de Óxido de Calcio CaO	0.65	gr/L			
	0.85	gr/L			
	1.10	gr/L			
Aguas para uso agrícola	Es un bien público, usándose correctamente evitamos el desperdicio del mismo y ayudamos el rendimiento de las cosechas. (IICA, 2017)	Para determinar la calidad de las aguas se medirán las características físicas, químicas y biológicas, mediante ensayos de laboratorio para luego ser comparadas con los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)	Características Físicas, químicas y biológicas de las aguas para uso de riego	pH	Unidad de pH
				Selenio	mg/L
				DBO	mg/L
				DQO	mg/L
				Coliformes Totales	NMP/100 ml
				Plomo	mg/L
				Arsenico	mg/L
			Porcentaje de Residuos (Sedimentación)	Sólidos Suspendedos	mg/L

Anexo N° 5 Resultado de Análisis de Laboratorio



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS
QUÍMICOS S.A.C. SLAB

INFORME DE ENSAYO IE-260122-01

1. DATOS DEL CLIENTE

1.1 Cliente : HERNANDE HERNANDEZ ALEX JAVIER
1.2 RUC/DNI : 70830307

2. FECHAS

2.1 Inicio : 27 de Enero de 2022
2.2 Fin : 07 de Febrero de 2022
2.3 Emisión de informe : 07 de Febrero de 2022

3. CONDICIONES AMBIENTALES DE ENSAYO

3.1 Temperatura : 20.1 °C
3.2 Humedad Relativa : 50 %

4. ENSAYO SOLICITADO Y METODOLOGÍA UTILIZADA

4.1 Ensayo solicitado y método de ensayo : Tratamiento de agua (Prueba de Jarras) / Fenton
Determinación de pH /SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H
Demanda Bioquímica de Oxígeno /SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23 rd Ed. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD Test 2017
Demanda Química de Oxígeno /SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23 rd Ed. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method. 2017
Coliformes Termotolerantes o Fecales /SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 9222 D, 23rd Ed
Metales Totales: Selenio, plomo, arsénico /EPA METHOD 200.7

5. DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Tabla N°1: DATOS DE LA MUESTRA ANALIZADA

Código Interno de Muestra	Código de Cliente	Tipo de Muestra	Datos Adicionales
S-3209	AGUA RESIDUAL	Agua Residual	Procedencia: Laguna de Oxidación Distrito: Subtaujalla

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


DIEGO ROMANO VERSARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337



SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS S.A.C. SLAB

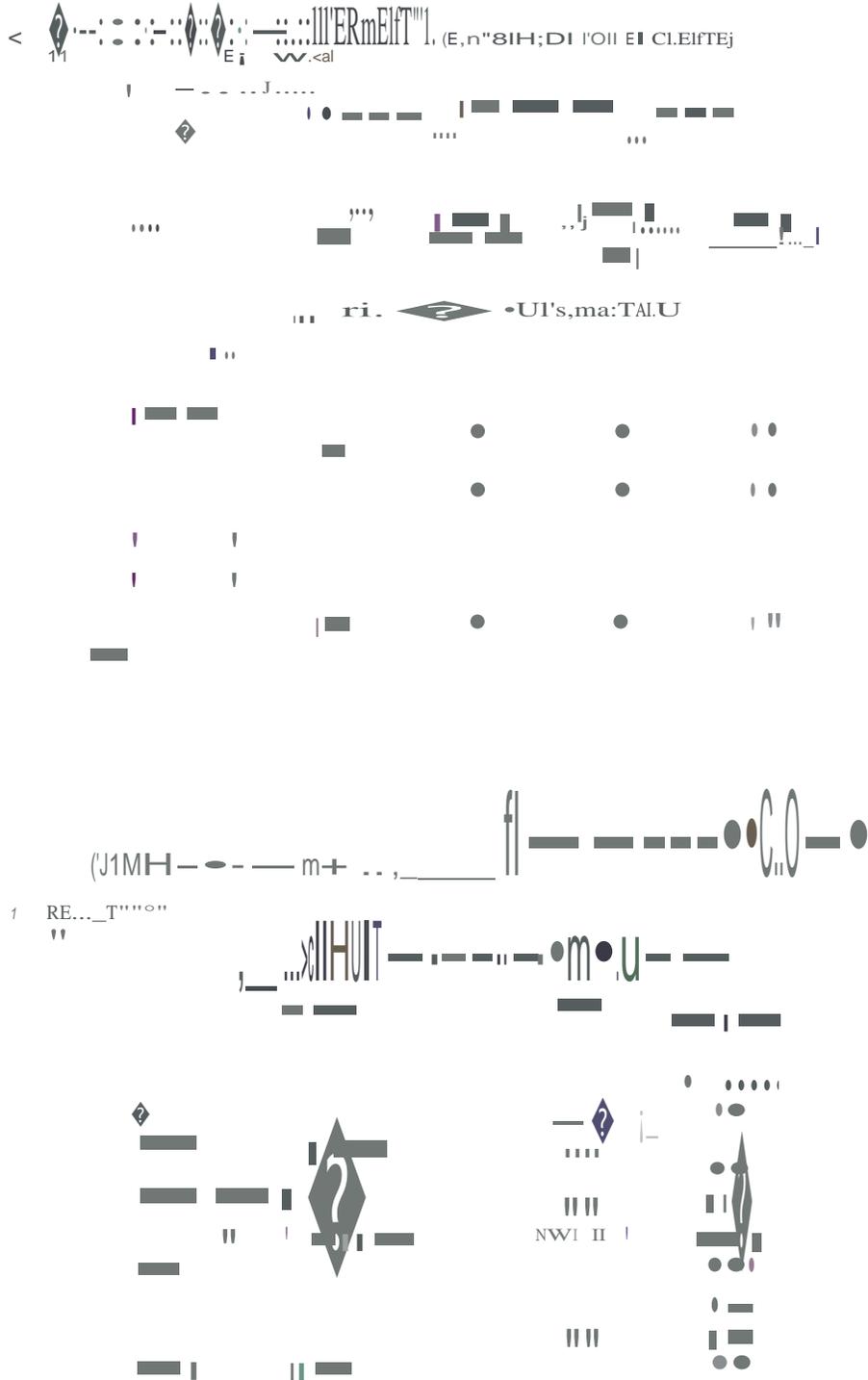


Tabla N°4: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS - Tratamiento N°1

Parámetro	Unidad	Tratamiento N°1		
		Jarra1	Jarra2	Jarra3
pH	Unid. pH	8.18	8.68	8.59
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	80.00	76.50	77.50
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	152.62	167.08	159.85
Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100mL	9575.00	13500.00	10800.00
Selenio	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001
Plomo	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002
Arsénico	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002
Sólidos Suspensivos Totales	mg/L	25.00	20.00	22.00

Tabla N°5: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS - Tratamiento N°2

Parámetro	Unidad	Tratamiento N°2		
		Jarra1	Jarra2	Jarra3
pH	Unid. pH	8.69	8.69	8.75
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	76.00	74.00	78.00
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	149.00	138.15	163.46
Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100mL	10000.00	9500.00	13500.00
Selenio	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001
Plomo	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002
Arsénico	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002
Sólidos Suspensivos Totales	mg/L	60.00	65.00	77.80

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.


 DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
 QUÍMICO
 CQP. 1337

Tabla N°6: RESULTADOS FISICOQUÍMICOS - Tratamiento N°3

Parámetro	Unidad	Tratamiento N°3		
		Jarra1	Jarra2	Jarra3
pH	Unid. pH	8.91	9.21	9.09
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	75.00	71.00	73.00
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	138.15	167.08	141.77
Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100mL	250.50	190.00	219.50
Selenio	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001
Plomo	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002
Arsénico	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80.00	70.00	90.00

TABLA N°7: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE JARRAS (PROMEDIOS)

Parámetro	Unidad	Promedios		
		T1	T2	T3
pH	Unid. pH	8.48	8.71	9.07
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	78.00	76.00	73.00
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	159.85	150.21	149.00
Coliformes Termotolerantes o Fecales	NMP/100mL	11291.00	11000.00	220.00
Selenio	mg/L	<0.001	<0.001	<0.001
Plomo	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002
Arsénico	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	22.33	67.60	80.00

- Los Resultados pertenecen a las muestras entregadas al laboratorio
- Queda prohibida la copia parcial de este informe sin el consentimiento por escrito de SISTEMA DE SERVICIOS Y ANÁLISIS QUÍMICOS SAC.



DIEGO ROMANO VERGARAY D'ARRIGO
QUÍMICO
CQP. 1337

**IMAGEN N°1: MULTIPARÁMETRO (PH Y CE)
CERTIFICADO DE EQUIPO (MULTIPARÁMETRO)**

HANNA instruments

Instrument Quality Certificate

Instrument: H5522 SN: 04470027101 Software version: 1.0

Description: pH/ORP/DO/EC/TDS/Resistivity/Salinity/Temperature/Barometric Pressure/DO Sat.

Technical Reference Data:
 pH: 99100000 (pH 100)
 DO: 99100000 (DO 100)
 EC: 99100000 (EC 1000)
 TDS: 99100000 (TDS 1000)
 DO Sat: 99100000 (DO Sat 100)
 Barometric Pressure: 99100000 (Barometric Pressure 1013)
 Resistivity: 99100000 (Resistivity 1000000)

Parameter	Unit	Value	Accuracy	Resolution	Range	Response Time
pH	pH	7.00	±0.01	0.01	0.00 to 14.00	10s
DO	% DO	100.0	±0.5	0.1	0.00 to 200.0	10s
EC	µS/cm	1000	±0.5	0.1	0.00 to 20000	10s
TDS	mg/L	1000	±0.5	0.1	0.00 to 20000	10s
DO Sat	% DO	100.0	±0.5	0.1	0.00 to 200.0	10s
Barometric Pressure	hPa	1013	±0.1	0.1	0.00 to 1100	10s
Resistivity	µS/cm	1000000	±0.5	0.1	0.00 to 2000000	10s

Date: 2019-11-19 QC Inspector: STANISLAV / Engineer
 Signature: _____

Hanna Instruments Inc. 584 Park East Drive, Woonsocket, RI 02899
 www.hannainst.com

HANNA instruments

Electrode Quality Certificate

Electrode: H1131B Parameter: pH SN: 0648582N Recommended for: H5222

Description: Glass body, refillable, combination electrode

Standard Reference Materials: pH 188, 186, 180, 181A, 210B (NIST)
External Reference Materials: EC-180, 5381808720M (MophaMeter)

Tests performed using reference devices:
 at 25°C: Tolerance (mV): ±1.0 **PASSED**
 Tolerance (pH): ±0.1 **PASSED
 Slope (1.0 pH/pH): 17.5% **PASSED**
 Tolerance (pH): 1.004 - 1.014 **PASSED**
 Response Time: < 15s **PASSED**
 Capacity (pH): ±0.1 **PASSED**
 Response Temperature (pH): ±0.1 **PASSED**
 Maximum Value (pH): 14 **PASSED****

Date: 2019-10-28 Inspector: Cristian / Engineer
 Signature: _____

Hanna Instruments Inc. 584 Park East Drive, Woonsocket, RI 02899
 www.hannainst.com

**VERIFICACIÓN OPERACIONAL
DEL EQUIPO (UV VISIBLE)**

MERCK

Verificación Operacional

Espectrofotometro PHARO 300



Laboratorio de ensayo e investigación

MERCK

Servicio Técnico Verificación Operacional

Item	Verificado	Pasado
1. Test de Sistema	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Test de Filtro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Test de Limpieza	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Calibración de Longitud de Onda	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Laboratorio de ensayo e investigación

MERCK

Servicio Técnico Verificación Operacional

1. Especificación en Abs. de los Filtros:

Filtro	λ (nm)	Transmittancia (%)	±
F1	440	99.9	±0.1
F2	520	99.9	±0.1
F3	600	99.9	±0.1
F4	680	99.9	±0.1

2. Especificación en Longitud de Onda del Filtro F1:

Longitud de Onda (nm)	±
440	±0.5

MERCK

Servicio Técnico Verificación Operacional

3. Especificación en Longitud de Onda del Filtro F1:

Longitud de Onda (nm)	±
440	±0.5

Laboratorio de ensayo e investigación

VERIFICACIÓN OPERACIONAL DEL EQUIPO USADO (ICP-OES)



**VERIFICACIÓN OPERACIONAL
ESPECTRÓMETRO
ICP OPTIMA 4300DV**

Código: 301CF4300REP-01
Edición: 02 Rev: Nueva 02
Fecha de Revisión: 01/11/20
Elaborado: RD
No. Reporte: 2011191RD

ESPECTROFOTÓMETRO DE EMISIÓN
PERKIN ELMER ICP OPTIMA 4300DV

Compañía: SISTEMA DE SERVICIOS Y ANALISIS QUIMICOS
Dirección: Urb Vipol de Naranjal, Calle 22 N° E, L1 7- SMP
Área: Laboratorio
Responsable: Diego Vergaray
Teléfono: 01 7216212

Fecha de Evaluación: 19/11/2020
Fecha Sugerida Re Evaluación: Mayo 2021
No. de Certificado: 2011191RD

WWW.HURDLAB.COM | Calle Salvador Ballesteros 2000 Lda. Pinar Norte San Cristóbal

Página 1 | 4



**VERIFICACIÓN OPERACIONAL
ESPECTRÓMETRO
ICP OPTIMA 4300DV**

Código: 301CF4300REP-01
Edición: 02 Rev: Nueva 02
Fecha de Revisión: 01/11/20
Elaborado: RD
No. Reporte: 2011191RD

CONFIGURACIÓN EVALUADA: ACCESORIOS / COMPONENTES, NO INCLUIDOS en la descripción del modelo pero utilizados en la prueba.

Modelo	No. Serie	Código de Equipo
ICP4300DV	9779W47V1	SL/LB-1W

Equipo de Prueba	Número de Serie
Medidor de presión de gas	4008714

Estándares Utilizados	Número de Lote	Fecha de Expiración
N999 1579 Multi element Standar	2-09VJX1	30/01/2021
N930 0221 Dilution 11100	51-162CRV1	30/04/2021
N934 2132 Calista 3	1-24764J1	30/01/2021
N930 2048 Mix.Wavecal Mix	1-202VJ1	30/03/2021

Suministrado por Cliente	Observaciones	Iniciales de Cliente
Agua		C. S.

WWW.HURDLAB.COM | Calle Salvador Ballesteros 2000 Lda. Pinar Norte San Cristóbal

Página 2 | 4



**VERIFICACIÓN OPERACIONAL
ESPECTRÓMETRO
ICP OPTIMA 4300DV**

Código: 301CF4300REP-01
Edición: 02 Rev: Nueva 02
Fecha de Revisión: 01/11/20
Elaborado: RD
No. Reporte: 2011191RD

No. de CERTIFICADO: 2011191RD. FECHA DE EVALUACIÓN: 19 de Noviembre del 2020.

1. RESOLUCIÓN
RES-DRE.Y-3L, la relación de la de la muestra RES (N999-1070) encontrada en per7300A(Temporary Releaciones.lsg)

ELEMENTO	ESPECIFICACIÓN	VALOR MEDIDO	PRUEBA
As 193.090-Rns	≤ 0.007	0.00503	Pasó
Ni 231.094-Rns	≤ 0.009	0.00775	Pasó
Ni 241.476-Rns	≤ 0.012	0.00568	Pasó
La 405.073-Rns	≤ 0.020	0.01903	Pasó
Ba 455.433-Rns	≤ 0.028	0.02282	Pasó

2. PRECISIÓN:
Precision-3L para la muestra RES QTO (N999-1070)

ELEMENTO	ESPECIFICACIÓN	VALOR MEDIDO	PRUEBA
As 193.090	≤ 1.0%	0.27	Pasó
Zn 213.858	≤ 1.0%	0.7	Pasó
Mn 257.810	≤ 1.0%	0.91	Pasó
La 379.478	≤ 1.0%	0.99	Pasó
Ba 455.403	≤ 1.0%	0.94	Pasó
Ba 493.406	≤ 1.0%	0.95	Pasó

3. RADIAL DETECTION LIMIT
DL-3-RL para la muestra DL-37(TarMO3), puede usar en muestra de QTO (DL)

ELEMENTO	ESPECIFICACIÓN	VALOR MEDIDO	PRUEBA
As 193.090	≤ 80 µg/L	80.88	Pasó
Zn 213.856	≤ 2 µg/L	1.509	Pasó
Mn 257.810	≤ 0.75 µg/L	0.2194	Pasó
La 379.478	≤ 3 µg/L	0.2751	Pasó
Ba 455.403	≤ 0.3 µg/L	0.0295	Pasó
Ba 493.406	≤ 0.8 µg/L	0.0104	Pasó

WWW.HURDLAB.COM | Calle Salvador Ballesteros 2000 Lda. Pinar Norte San Cristóbal

Página 3 | 4



**VERIFICACIÓN OPERACIONAL
ESPECTRÓMETRO
ICP OPTIMA 4300DV**

Código: 301CF4300REP-01
Edición: 02 Rev: Nueva 02
Fecha de Revisión: 01/11/20
Elaborado: RD
No. Reporte: 2011191RD

No. de CERTIFICADO: 2011191RD. FECHA DE EVALUACIÓN: 19 de Noviembre del 2020.

4. CALIBRACIÓN DE LA LONGITUD DE ONDA

COEFICIENTES UV			COEFICIENTES VIS		
-0.28501	≤	1.50	0.25627	≤	2.00
-1.23619	≤	1.50	-0.56842	≤	2.00
-8.31735	≤	8.00	6.44872	≤	8.00

RSD ≤ 2.00 = 0.30 RSD ≤ 2.00 = 1.27

Intensidad de la lámpara de mercurio: 7182276.0
Valor de SST: 1898

CONCLUSIÓN: Todas las pruebas pasaron satisfactoriamente.

Este documento deja CONSTANCIA que el instrumento ICP OPTIMA 4300DV con número de serie: 9779W47V1

Cumplido

Las especificaciones del fabricante indicadas en este documento.

HURDLAB S.A.C.
"HURDLAB"
REPRESENTANTE EMPRESA HURDLAB

WWW.HURDLAB.COM | Calle Salvador Ballesteros 2000 Lda. Pinar Norte San Cristóbal

Página 4 | 4

Anexo N° 6 Ficha Técnica del óxido de calcio



Specification

1.02109.1000 Calcium oxide from marble small lumps ~3-20 mm

Specification		
Assay (complexometric)	≥ 97.0	%
Substances insoluble in hydrochloric acid	≤ 0.1	%
Chloride (Cl)	≤ 500	ppm
Sulfate (SO ₄)	≤ 5000	ppm
Heavy metals (as Pb)	≤ 50	ppm

Dr. Ralf Burgert

Responsible laboratory manager quality control

This document has been produced electronically and is valid without a signature.