



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Efectividad de la luz ultravioleta en el tratamiento de agua de
subsuelo contaminada por coliformes fecales para fines
agrícolas en la empresa Fagsol, Arequipa – 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
Ingeniera Ambiental**

AUTORA:

Ortiz Ordoñez, Stephany Mirelli (ORCID: 0000-0002-5132-3390)

ASESORA:

Mg. Sc. Suárez Alvites, Haydeé (ORCID:0000-0003-2750-0980)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Calidad y gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria:

Este presente trabajo se lo dedico a Dios, quien es mi guía en la vida, a mis padres Delia y Juan Manuel, a mis hermanos Rhandy y José y a todas las personas que me apoyaron para que pueda superarme

Agradecimiento:

A mi Asesora Haydeé Suárez, por todo el compromiso que tuvo para que pudiera acabar satisfactoriamente este ansiado proyecto, a la empresa Fagsol y a su representante el Ing. Rodolfo Pérez, por permitirme realizar investigación en sus instalaciones

Índice de contenidos

Dedicatoria:.....	ii
Agradecimiento:	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de Figuras	v
Resumen	ix
Abstract.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	19
3.1 Tipo y diseño de investigación	19
3.2 Variables y Operacionalización	19
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	20
3.4 Técnica e instrumento de la recolección de datos	21
3.5 Procedimiento de la obtención de datos.....	23
3.6 Método de análisis de datos:.....	30
3.7 Aspectos éticos:	30
IV. RESULTADOS	32
V. DISCUSIONES.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	58
VII. RECOMENDACIONES	59
REFERENCIAS	60
ANEXOS.....	65

Índice de tablas

Tabla 1: Componentes del Equipo SUNSUN COV-136.....	13
Tabla 2. Parámetros microbiológicos para ECA agua	18
Tabla 3. Parámetros físicos y químicos para ECA agua.....	18
Tabla 4. Técnica e Instrumentos para la obtención de datos.....	21
<i>Tabla 5: Validación de los Instrumentos de recojo de datos.....</i>	<i>23</i>
Tabla 6. Caracterización del agua subterránea	32
Tabla 7: Caracterización del Color	33
Tabla 8. Caracterización de la densidad	34
Tabla 9. Caracterización de la Temperatura	35
Tabla 10. Caracterización del Oxígeno Disuelto.....	36
Tabla 11. Caracterización del Potencial de Hidrogeno	37
Tabla 12. Caracterización de conductividad	38
Tabla 13. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Oxígeno disuelto – 30 min	39
Tabla 14. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Conductividad eléctrica-30 min	40
<i>Tabla 15. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Potencial de hidrogeno-30 min.....</i>	<i>41</i>
Tabla 16. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Oxígeno disuelto-60 min	42
Tabla 17. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Conductividad eléctrica-60 min	43
Tabla 18. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Potencial de hidrogeno-60 min.....	44
Tabla 19. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Temperatura-30 min	45
Tabla 20. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Color-30 min	46
Tabla 21. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Densidad-30 min.....	47

Tabla 22. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Temperatura-60 min	48
Tabla 23. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Color-60 min	49
Tabla 24. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Densidad-60 min.....	50
Tabla 25. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Coliformes totales-60 min	51
Tabla 26. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Coliformes totales-30 min	52
Tabla 27. Efectividad de la Luz Ultravioleta en el tratamiento de coliformes fecales	53
Tabla 28. Análisis de Varianza para concentración de Coliformes	54

Índice de figuras

Figura 1. Espectro Electromagnético con las respectivas frecuencias	8
Figura 2. Luz visible, colores que el ojo humano puede reconocer	9
Figura 3. Especificación de una lámpara de arco de mercurio y diseño balasto. 10	
Figura 4. Luz ultravioleta penetrando la bacteria y destruyendo el ADN	11
Figura 5. Equipo SUNSUN COV-136	13
Figura 6. Componentes del Equipo SUNSUN COV-136	13
Figura 7. Representación de un acuífero libre, semiconfinado y confinado	15
Figura 8. Esquema de prueba presuntiva y Diferenciación de coliformes fecales por el método de Número más probable NMP)	17
Figura 9 Ubicación del Área de Estudio-Empresa Fagsol	24
Figura 10: (A) Agua de subsuelo contaminada aflorando a la superficie, (B) Recolección de muestra de agua de subsuelo contaminada	25
Figura 11. Escala Hazen o Pt/co para definir color en el agua	25
Figura 12. (A) Toma de muestra de 50 ml de agua contaminada de subsuelo, (B) Toma de parámetro de oxígeno disuelto, (C) Equipo “Detector de Oxígeno disuelto; todo ello para la caracterización de aguas contaminadas de subsuelo	26
Figura 13. (A) Toma de muestra del parámetro Conductividad eléctrica, (B) Equipo de medida “Conductímetro”; todo ello para la caracterización de aguas contaminadas de subsuelo.....	27
Figura 14. (A) Toma de muestra del Potencial de hidrogeno, (B) Equipo de medición Ph-metro”; todo ello para la caracterización de aguas contaminadas de subsuelo	27
Figura 15. (A) Segunda extracción de agua contaminada de subsuelo, (B) Toma de parámetro de Oxígeno disuelto, (C) toma de parámetro de Conductividad eléctrica, (D) Toma de parámetro de Potencial de hidrogeno.....	29
Figura 16. (A) Agregando el agua contaminada de subsuelo al sistema colector de UV, (B) Sistema colector realizando el ciclo	29
Figura 17. (A) Recolección del agua tratada mediante Luz ultravioleta, (B) Rotulado de la muestra de agua tratada	30
Figura 18. Datos obtenidos para el color	33

Figura 19. Datos obtenidos para la densidad	34
Figura 20. Datos obtenidos para la temperatura	35
Figura 21. Datos obtenidos para el oxígeno disuelto.....	36
Figura 22: Datos obtenidos para el Potencial de hidrogeno	37
Figura 23. Datos obtenidos para la Conductividad	38
Figura 24. Comparación pre y post tratamiento para Oxígeno disuelto-30 min ...	39
Figura 25. Comparación pre y post tratamiento para Conductividad eléctrica-30 min.....	40
Figura 26. Comparación pre y post tratamiento para Conductividad eléctrica-30 min.....	41
Figura 27. Comparación pre y post tratamiento para Oxígeno disuelto-60 min ...	42
Figura 28. Comparación pre y post tratamiento para Conductividad eléctrica-60 min.....	43
Figura 29. Comparación pre y post tratamiento para Potencial de hidrogeno-60 min.....	44
Figura 30. Comparación pre y post tratamiento para Temperatura-30 min.....	45
Figura 31. Comparación pre y post tratamiento para Color-30 min	46
Figura 32. Comparación pre y post tratamiento para Densidad-30 min.....	47
Figura 33. Comparación pre y post tratamiento para Temperatura-60 min.....	48
Figura 34. Comparación pre y post tratamiento para Temperatura-60 min.....	49
Figura 35. Comparación pre y post tratamiento para Densidad-60 min.....	50
Figura 36. Comparación pre y post tratamiento para Coliformes totales-30 min..	51
Figura 37. Comparación pre y post tratamiento para Coliformes totales-60 min..	52
Figura 38. Análisis de la dispersión por código de nivel	55
Figura 39: Grafico sobre la concentración de coliformes	55

Resumen

En la ciudad de Arequipa el agua subterránea están siendo contaminada por filtraciones del sistema de desagües, el recorrido de estas aguas va desde los distritos de Jose Luis Bustamante y Rivero, Sabandía y terminan fluyendo por el distrito de Socabaya, donde se encuentra ubicada la empresa Fagsol, el presente trabajo de investigación consta de utilizar la Luz ultravioleta artificial del equipo SUNSUN CUV -136 esterilizador de 36 W para el tratamiento de aguas de subsuelo contaminadas por coliformes fecales. La metodología se basó en hacer una caracterización del agua contaminada para después tomar la muestra pre y post tratamiento con luz UV

Los resultados fueron alentadores, ya que, de la muestra no tratada, la concentración fue de (2200 NMP/100ml) y después del tratamiento bajó a <1.8 NMP/100ml para las corridas 1, 2 y 3, demostrando efectividad en un 99,9%, demostrando también que el tiempo y caudal efectivo es el de 60 minutos y 25 lt/min respectivamente. Para las corridas 4 (<1.8 NMP/100ml), 5 (<1.8 NMP/100ml) y 6 (4.5 NMP/100ml) la efectividad fue de 99.3%, teniendo el tiempo de 60 minutos y un caudal de 15,5 lt/min; para las corridas 7 (79 NMP/100ml), 8 (460 NMP/100ml) y 9 (630 NMP/100ml) la efectividad fue de 82.3% siendo el tiempo de 30 minutos y un caudal de 25 lt/min; para la corrida 10 (130 NMP/100ml), 11 (460 NMP/100ml) y 12 (940 NMP/100ml) la efectividad fue de 76.8% siendo el tiempo de 30 min y un caudal de 15.5 lt/min. Para los parámetros físicos y químicos, se demostró que la luz ultravioleta tiene poca o casi nula influencia en ella.

Palabras Clave: Tratamiento de aguas, coliformes fecales, Luz ultravioleta

Abstract

In the city of Arequipa, the groundwater is being contaminated by leaks from the drainage system, the route of these waters goes from the districts of Jose Luis Bustamante and Rivero, Sabandía and ends up flowing through the district of Socabaya, where the company is located. Fagsol, the present research work consists of using the artificial ultraviolet light of the SUNSUN CUV -136 36 W sterilizer equipment for the treatment of groundwater contaminated by fecal coliforms. The methodology was based on characterizing the contaminated water and then taking the sample before and after UV light treatment.

The results were encouraging, since, of the untreated sample, the concentration was (2200 MPN / 100ml) and after treatment it dropped to <1.8 MPN / 100ml for runs 1, 2 and 3, demonstrating effectiveness in 99, 9%, also showing that the effective time and flow is 60 minutes and 25 lt / min respectively. For runs 4 (<1.8 MPN / 100ml), 5 (<1.8 MPN / 100ml) and 6 (4.5 MPN / 100ml) the effectiveness was 99.3%, taking into account the time of 60 minutes and a flow rate of 15.5 lt / min; for runs 7 (79 MPN / 100ml), 8 (460 MPN / 100ml) and 9 (630 MPN / 100ml) the effectiveness was 82.3%, the time being 30 minutes and a flow rate of 25 lt / min; for runs 10 (130 MPN / 100ml), 11 (460 MPN / 100ml) and 12 (940 MPN / 100ml) the effectiveness was 76.8%, the time being 30 min and a flow rate of 15.5 lt / min. For physical and chemical parameters, ultraviolet light was shown to have little or no influence on it.

Keywords: Water treatment, fecal coliforms, UV light

I. INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso más valioso que tiene la humanidad ya que constituye un elemento esencial para la vida. Según el Banco Mundial (2014) de toda el agua extraída del planeta, el 70% se utiliza para la agricultura y a nivel mundial se calculan 330 millones de hectáreas con instalación de riego aproximadamente. En el Perú se estima que el 80% del agua extraída es empleada para riego, pero la gran mayoría (65%) se pierde debido a problemas con el ineficiente sistema de riego (iAgua, 2012). Según la agencia Food and Agriculture Organization FAO (2015) Esta agua es extraída de fuentes de agua dulce, que son reservas naturales como las lagunas y embalses y son recargadas gracias a las precipitaciones en forma de lluvia, deshielo de glaciares y filtraciones de cuencas superiores, de las que se tiene datos contando con las vertientes del Pacífico, Atlántico, Titicaca y sistema Huarmicocha, se estima un total de 342 lagunas que almacenan un volumen total de 3 millones 953 mil 000 000 m³. Por ello buscan alternativas para mejorar la gestión del recurso hídrico siendo una el tratamiento de aguas de subsuelo contaminadas, de esta manera se puede usar el agua tratada para su uso con fines agrícolas.

En Arequipa, el agua que cae en forma de lluvia se pierde por la evaporación o la transpiración de las plantas, pero un porcentaje de esta agua se infiltra en el terreno, gracias a la porosidad y estructura del suelo, percolan por ellas, dando origen al agua subterránea; en el distrito de Socabaya esas aguas se encuentran contaminadas, ya que contienen agentes patógenos como las bacterias, virus, protozoos, helmintos y cianobacterias producto de las filtraciones de los desagües, por la eliminación inadecuada de las aguas de servicios higiénicos y por las aguas que escurren de los lavados de vehículos. A esta situación se suma que los distritos de Sabandía, parte de Bustamante y Rivero, Socabaya y Yumina no cuentan con sistema de desagüe adecuados y que esas aguas percolan hacia el acuífero que posteriormente es utilizado como fuente de abastecimiento para riego en el distrito en estudio (SENAMHI, 2020). Estudios preliminares de la empresa

Fagsol determinaron la presencia de coliformes fecales lo cual ya se refleja en un problema para poder realizar regadíos con esta agua. Por ello la finalidad de la presente investigación es comprobar la efectividad de la luz ultravioleta en el tratamiento de agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales para el riego de vegetales de tallo bajo. De lo mencionado, se plantea el problema general: ¿Cuál es la efectividad de la luz ultravioleta en el tratamiento de aguas de subsuelo contaminada por coliformes fecales para fines agrícolas en la empresa Fagsol? y los problemas específicos: ¿Cuál es la influencia de la luz ultravioleta en los parámetros químicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales?, ¿Cuál es la influencia de la luz ultravioleta en los parámetros físicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales?, ¿Cuál es la influencia de la luz ultravioleta en los parámetros microbiológicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales?

La investigación se justifica a nivel teórico ya que este aportará información sobre el uso de la radiación ultravioleta para la eliminación de los contaminantes del agua, para su posterior uso, en este caso el regadío de plantas de tallo bajo. También se justifica a nivel práctico ya que a lo largo del tiempo se ahorraría agua potable, ya que se estaría empleando el agua de subsuelo tratada para fines agrícolas dentro de la empresa, lo que generaría para la empresa un impacto positivo por el ahorro importante del agua potable, por consiguiente, teniendo ya una base teórica y práctica, podría replicarse en aguas residuales. Por último, se justifica a nivel ambiental por que al tratar el agua de subsuelo contaminada se mitigaría el impacto negativo que ocasiona a la sociedad y el ambiente, mediante la eliminación de las bacterias persistentes en ella y se crearía un ecosistema limpio de contaminantes.

Para la solución del problema, se tiene como objetivo general: Determinar la efectividad de la luz ultravioleta en el tratamiento de aguas de subsuelo contaminada por coliformes fecales para fines agrícolas en la empresa Fagsol; y como objetivos específicos: Determinar la influencia de la luz

ultravioleta en los parámetros químicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales, determinar la influencia de la luz ultravioleta en los parámetros físicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales, determinar la influencia de la luz ultravioleta en los parámetros microbiológicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales; también mencionamos la hipótesis general: La luz ultravioleta será efectiva en un 100% en el tratamiento de aguas de subsuelo contaminada por coliformes fecales para fines agrícolas en la empresa Fagsol y las hipótesis específicas: La luz ultravioleta influirá en los parámetros químicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales, reduciendo su concentración en menores cantidades, la luz ultravioleta influirá en los parámetros físicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales, reduciendo su concentración en menores cantidades, la luz ultravioleta influirá en los parámetros microbiológicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales, reduciendo su concentración en menores cantidades.

II. MARCO TEÓRICO

En el ámbito nacional, Roldan (2019), tuvo como objetivo ver la eficiencia de luz UV de 17W, 25W Y 46W en la remoción de coliformes termotolerantes; su metodología se basa en tres partes: la primera es la recolección y transportes de muestras, realizar la preparación del tratamiento con las Lámparas de rayos ultravioleta (RUV), por último se toma las muestras con el material necesario y con la debida protección personal para el investigador, se determinó la población de coliformes termotolerantes por el método de las diluciones múltiples expresadas por el NMP/100 ml; los resultados fueron que los tratamientos con las lámparas de rayos UV de 17W y 25W con resultados menos de 25 000 y 15 000 NMP/100mL pueden superar los LMP, en caso del tratamiento de rayos UV de 46W se obtuvo un resultado menor a 1.6 NMP/100mL coliformes termotolerantes resultado menor que LMP por el DS 003-2010 MINAM.

Véliz (2015), tuvo como objetivo la desinfección por radiación ultravioleta para la desactivación y eliminación de microorganismos patógenos; se aplicaron dos tipos de ensayos: tanque-bomba-reactor UV y Efluente secundario de la PTAR; los resultados fueron que el agua debe de permanecer dentro del reactor igual a los THR, tiempo de exposición, inactivación y eliminación de microorganismos.

Rossel (2019), el objetivo fue evaluar los coliformes totales y termotolerantes) en el tratamiento del agua haciendo uso de Radiación Ultravioleta clase C (UV-C) por ello se trabajó con una dosis de 0,00176 W/cm²/s de radiación UV-C con una longitud de onda de 254 nm, las muestras extraídas fueron sometidas a 4 segundos de exposición a la radiación. Para la determinación de coliformes totales y termotolerantes de las muestras de agua extraída, se optó por la metodología de Filtro de Membrana, los resultados fueron para el conteo de coliformes totales fueron lecturas en promedio de 200, 165, 59 y 0 UFC/100 ml y para el conteo de coliformes termotolerantes lecturas promedio de 4, 3, 1 y 0 UFC/100 ml.

Epifanía (2017), se evaluó la concentración de coliformes totales y termotolerantes en la quebrada Choclino con fines de conservación; su metodología fue determinar la concentración de coliformes totales y termotolerantes en varios puntos de la quebrada ya mencionada, cuyos resultados revelaron en coliformes termotolerantes: 11967 NMP/ 100 mL y coliformes totales; 54581 NMP/mL y se concluye que no cumple con la norma para parámetros microbiológicos.

Peñaloza (2018), tuvo como objetivo implementar un prototipo de miniplanta para una lámpara de luz UV, para el estudio de desinfección de muestras de agua, una vez implementado el control de potencia eléctrica este va de 40 vatios hasta 1500 vatios que producen una radiación UV de 0.026 a 40 mW/cm², que desactivan la población de organismos del agua

Arenas (2018); tuvo como objetivo "Evaluar la degradación de soluciones acuosas de cianuro empleando peróxido de Hidrógeno como oxidante y como catalizador un foto reactor UV de 254 nm a escala laboratorio; su metodología se basa en la aplicación de un reactor foto catalítico, entonces se empleó la radiación UV-C combinado con peróxido de hidrógeno; los resultados sugirieron que con solo radiación UV-C se obtiene un porcentaje de eficiencia del 1.73% durante un tratamiento de 50 minutos después se emplea H₂O₂ como oxidante un tiempo de 110 minutos y se obtiene una eficiencia de 75.70% para culminar con un sistema combinado de H₂O₂/UV-C con una eficiencia de 98.90% en un tiempo de 110 minutos.

Perez (2019), se planteó como objetivo el evaluar el tratamiento de aguas contaminadas con luz natural y artificial, cuyos resultados fueron que la luz natural fue el tratamiento que mejor se impuso logrando tener una tasa de remoción para DBO y coliformes totales con una diferencia de 26.87% para materia orgánica y de 3.18% para coliformes totales

Poma (2016), tuvo como objetivo el determinar la eficiencia de la luz ultravioleta foto catalizada con dióxido de titanio sobre un agua de pozo y la metodología se basó en la construcción de un sistema de UV foto catalizada con dióxido de titanio, las muestras se tomaron en un pozo de agua en el asentamiento humano "Márquez", se tomaron las variables a analizar siendo estas el tiempo y el volumen con el que se trabajó 3 volúmenes diferentes $V_1 = 3000$ ml, $V_2 = 5000$ ml, $V_3 = 7000$ ml) y el tiempo fue de 5, 10, 15 min respectivamente teniendo mayor éxito con el menor tiempo y menor volumen

Tolentino (2017), se trazo como objetivo el concer el tiempo en el que el dioxido de titanio y la luz ultravioleta lograran la degradación de los contaminantes de los residuos liquidos contaminados, los resultados revelaron que hubo un decrecimiento en el DBO y pH, siendo el porcentaje mas alto el de 35.27% de decrecimiento de contaminantes

Como antecedentes internacionales tenemos a López (2017); tuvo como objetivo general "Inactivar la contaminación microbiológica producida por la presencia de coliformes en el agua de consumo humano mediante el empleo de radiación ultravioleta"; la metodología se basa en tomar muestras de agua por el periodo de 5 días, después introducir la bomba sumergible AQUA 30W de altura 1.95m y con un flujo máximo de 23 L/min con una potencia de 30W y un voltaje de 127-60 Hz, y por último tenemos la cámara de radiación ultravioleta que se describe como un iluminador del flujo del agua con una lámpara de silicio cuarzo y el principio de la desinfección por luz UV es el material genético (el ácido nucleico), los microbios son destruidos porque penetra a la célula y es absorbida por el ácido nucleico.

Acebedo (2015), tuvo como objetivo Valorar la eficiencia de desinfección del cloro y luz UV en aguas servidas provenientes de humedales", la metodología se basó en cuál de los dos métodos (cloro y radiación ultravioleta) podría eliminar los patógenos de manera óptima y de economía baja y se realizó con efluentes obtenidos de humedales HFHSS ubicado en la planta de tratamiento de aguas servidas de Hualqui, donde se determinó

que la aplicación de cloro es mucho más efectiva con una concentración de 10mg/L, logrando valores mínimos de <1,8 NMP/100 mL, a diferencia de la radiación UV dando un valor mínimo de colifagos somáticos de 0 UFP/100 mL con una intensidad promedio de 2,5 mW/cm² en tiempos de contacto entre 3 a 5 minutos.

González (2017), tuvo como objetivo esterilizar el agua para consumo humano por rayos UV presentes en el espectro de radiación solar con un dispositivo, en base a la óptica anidólica, su metodología consta en recolectar datos sobre las características del agua en los hogares donde se hizo uso de las encuestas, para luego fabricar un dispositivo de desinfección que usa energía del sol para ser implementados en 5 zonas del área de estudio cuyos resultados fueron favorables ya que el agua con contaminantes fecales fue desinfectado con totalidad, lo que hizo que esta se convirtiera en agua de uso humano, esto gracias al rendimiento térmico.

Martínez (2016), tuvo como objetivo obtener información de la tecnología de radiación ultravioleta y su posible aplicación en la industria de alimentos, la metodología usada es la del uso UV-C como un método no térmico que provoca la muerte celular en el ADN bacteriano sin alterar las propiedades del producto, teniendo una diferencia con la radiación gamma, teniendo esto en cuenta se diseña un tambor rotatorio para la reducción de carga microbiológica añadiendo lámparas de UV-C TUV8 de 36 w (marca Philips) estimando un tiempo de tratamiento de 20 minutos al día.

Garcés et al. (2015); tuvo como objetivo el “Determinar si los Procesos de oxidación avanzada (POA) son efectivos tratándose en los procesos de fotooxidación” ; la metodología se basa en los procesos de oxidación avanzada, de esta obtenemos dos variantes: fotólisis y fotocatalisis, a este proceso se le agrego dióxido de titanio TiO_2 que es utilizado como conductor o catalizador; entre los principales resultado tenemos que estos procesos funcionan al punto de eliminar sustancias tóxicas y compuestos inocuos, el proceso es capaz de descomponer incluso sustancias difíciles o

peligrosamente tratables por otro tipo de método como pesticidas o disolventes, las sustancias contaminantes son eliminadas en un único proceso, eso quiere decir que son tratadas en el mismo medio

Calderón (2014) tuvo como objetivo diseñar y construir el sistema de tratamiento con luz ultravioleta y determinar la eficiencia de este, cuyos resultados fueron que se obtuvo 100% de eficiencia eliminando las coliformes fecales, con un caudal de 3.61 ml/s, para el caudal de 4.17 ml/s, dio un resultado de 98.43% de efectividad y el caudal de 57.87 ml/s fue el mas bajo, llegando a tener una efectividad de 29.41% para la remoción de coliformes fecales

Teorías relacionadas a la variable independiente

Espectro electromagnético: Según Fontal (2005), podría definirse como la luz emitida por un cuerpo, que viaja por el espacio-tiempo y llega a nuestros ojos, de amplio rango y sin límite inferior o superior, donde la frecuencia y longitud de onda son parámetros de este.

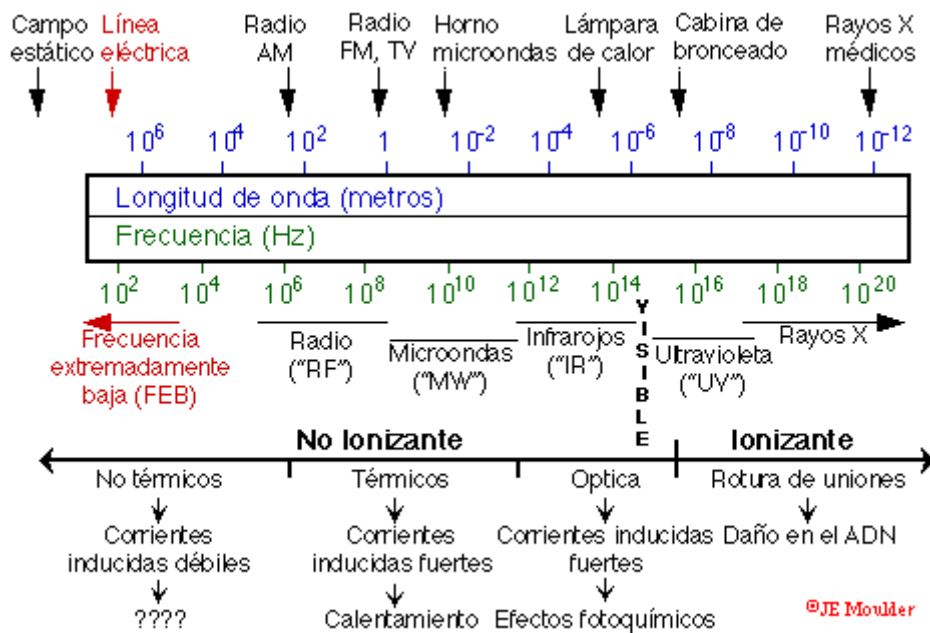


Figura 1. Espectro Electromagnético con las respectivas frecuencias

Rayos gamma: Radiación electromagnética producida por la desintegración de los núcleos atómicos, las ondas dañan a las moléculas de las células ya que su frecuencia es superior a 1×10^{20} hz por lo que existe una energía elevada a 100 keV y una longitud de onda menor a 3×10^{-13} m (Planas, 2019). Rayos X: Radiación electromagnética sin masa de longitud corta y alta energía y poder penetrante emitida por interacciones en los orbitales de los electrones (Salcedo, 2013). Radiación Ultravioleta: Para Vallejo (2003, pág. 8) , es una onda más corta que la azul o violeta y se dividen en tres bandas espectrales, UV-A que es lo que sigue de la luz visible y está relacionado al bronceado de la piel, su longitud de onda es de 400 y 320 nm; UV-B llega muy poca de esta porque la capa de ozono que recubre la tierra y la longitud de onda es de 280 y 320 nm, la sola exposición a los seres vivos representa una peligrosidad y por último la UV-C que es absorbida en su totalidad por la atmósfera. Radiación Visible: Llamado también luz visible y se refiere a el espectro electromagnético que el ojo humano puede percibir en forma de luz, su longitud de onda es de 400 y 700 nm.

Luz visible		
Color	Frecuencia	Longitud de onda
Violeta	668–789 THz	380–450 nm
Azul	631–668 THz	450–475 nm
Ciano	606–630 THz	476–495 nm
Verde	526–606 THz	495–570 nm
Amarillo	508–526 THz	570–590 nm
Naranja	484–508 THz	590–620 nm
Rojo	400–484 THz	620–750 nm

Figura 2. Luz visible, colores que el ojo humano puede reconocer

Luz infrarroja: luz con altos niveles de energía y con una longitud de onda que oscila entre los 700 nm y 2500 nm. (Valenciaga & de Olivera, 2006). Microondas: ubicada en la frecuencia superior a 1Ghz, que atraviesa la

ionosfera permitiendo las comunicaciones de radio por satélite. (Valenciaga & de Olivera, 2006)

Luz Ultravioleta como método de desinfección: La luz UV se ve como una alternativa en reemplazo al uso de productos químicos para la descontaminación del agua potable, residual e industrial. Como se mencionó anteriormente es una porción del espectro electromagnético y se divide en 3, UV-A que oscila entre 315 y 400 nm, UV-B oscilan entre 280 y 315 nm Y UV-C que oscila entre 200 y 280 nm. Pero algunos autores como Wright & Cairns (2010) consideran uno más, el UV-Vacío que oscila entre 100 y 200 nm.

Dado que la radiación UVB y UVC no llegan a la superficie de la tierra, las aplicaciones de UV para desinfección son las fuentes artificiales y las más comunes son las lámparas de arco de mercurio de baja y mediana presión. Esta lámpara se define como un tubo de sílice vítrea o cuarzo que son transmisores de UV herméticamente cerrado, el tubo es llenado con unas pequeñas cantidades de mercurio y argón, para poder formar un arco dentro de la lámpara para posteriormente pasar una descarga alta por los electrodos es entonces que el vapor de mercurio se excita y produce la luz UV cuando este empieza a bajar su energía, puede usarse con un suministro de energía o corriente alterna como un balastro, que puede ser electromagnéticos o electrónicos (O'Brien et al., 1995).

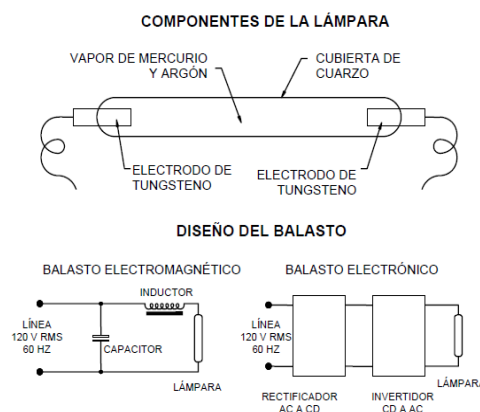


Figura 3. Especificación de una lámpara de arco de mercurio y diseño balastro

Estas lámparas son diseñadas para funcionar de manera óptima con una temperatura de 40°C y una fuerza del arco aproximadamente de 0.3 W/cm (Phillips, 1983). Entonces la presión del vapor de mercurio es de 0.9 Pascales y la transformación de energía eléctrica a UV es de 254 nm y 185 nm (O'Brien et al., 1995)

Sabiendo el funcionamiento de la lámpara de UV, debemos conocer el efecto que tiene sobre los contaminantes, el mecanismo que usa para desinfectar y estos son:

Dimerización del ADN: La luz UV aplicada a los microorganismos tiene un daño fotoquímico en los ácidos nucleicos, por consiguiente, los componentes del ADN y ARN de la célula absorben la radiación ultravioleta según la longitud de onda, volviéndose incapaces de reproducirse e infectar.



Figura 4. Luz ultravioleta penetrando la bacteria y destruyendo el ADN

El espectro para el *E. coli* alcanza su punto máximo en las longitudes de onda cercanas a 265 nm y 220 nm. (Sonntag & Schuchmann, 1992). Mecanismos de reparación: Se sabe que algunos microbios tienen un sistema metabólico funcional, lo que les permite tener un mecanismo de reparación de los ácidos nucleicos, entonces cuando hay desinfección UV puede que haya una foto reactivación, entonces al absorber radiación UV

una enzima puede hacer que sea invertida y foto reactivada, mayormente esto pasa cuando se usa luz entre 300 y 500 nm (Wright & Cairns, 2010). La cinética de inactivación y el concepto de dosis de UV: La cinética de inactivación microbiana por UV sigue la ley de Chick, donde N_0 es la concentración inicial de microbios previa a la aplicación de UV, N es el número de microbios que restan después de la exposición a la luz UV, I es la intensidad UV, t es el tiempo de exposición y K es la constante de ritmo de inactivación microbiana $N = N_0 e^{-kIt}$ (Wright & Cairns, 2010). Tasa de Inactivación: Varían según la especie de microbios, población microbiana, y la longitud de onda de luz a la que son expuestos, pero se sabe que las bacterias son menos resistentes que los virus, aunque los quistes y los protozoarios son más resistentes a la luz de UV de 254 nm. La temperatura del agua y el pH tienen poco o nulo impacto en la tasa de inactivación de microbios por UV. (Malley et al., 1995)

Equipo SUNSUN COV-136: De 36 Vatios de potencia, la longitud de su cable es de 5 metros y los voltios que genera son de 230V/50Hz, capaz de procesar 4500 a 6000 litros/hora y la entrada/salida (por donde fluye el agua) es de hasta 40 mm. Este es el equipo que se utilizará para el tratamiento de aguas contaminadas de subsuelo por coliformes fecales, el funcionamiento se basa en que el agua será bombeada hacia el dispositivo UVC, allí fluirá a través de la lámpara UV y es expuesta a la radiación UVC, esta destruirá las bacterias y aclarará el agua, el agua debe estar expuesta al dispositivo por un periodo de tiempo determinado. (All pond solutions, 2015)



Figura 5. Equipo SUNSUN COV-136

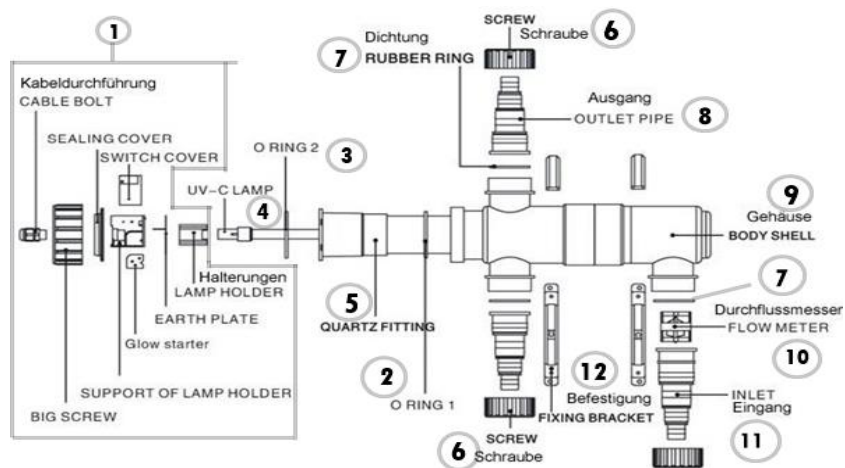


Figura 6. Componentes del Equipo SUNSUN COV-136

Tabla 1: Componentes del Equipo SUNSUN COV-136

1. Cabezal del dispositivo UVC	2. Anillo O 1	3. Anillo O 2
4. Abrazadera UVC	5. Accesorio de cuarzo	6. Tornillo
7. Anillo de goma	8. Tubo de salida	9. Cáscara del cuerpo
10. Medidor de corriente	11. Entrada	12. Soporte de fijación

Teorías relacionadas a la variable independiente

Agua: Sustancia líquida que carece de olor, sabor y olor, el agua que está en un estado medio puro en el ecosistema, este cubre un 71 % de la superficie de la tierra, también se podría decir que es un elemento muy abundante en la tierra, sistema solar, y universo, puede estar en forma de vapor o hielo. Hablamos del agua como indispensable, necesario para la

vida, así como la conocemos, en este se tuvieron las primeras formas de vida en el mundo, en las poblaciones antiguas muchas veces el agua terminó siendo una deidad alguna atribución importante, contiene solamente dos elementos: un átomo de oxígeno y dos de hidrógeno (H₂O) con un enlace covalente, este descubrimiento fue dado en 1782 por obra del químico Henry Cavendish (Raffino, 2020).

Propiedades del agua: Es incolora, inodora e insípida, conductividad eléctrica buena, alta tensión superficial, tiene una elevada adhesividad, densidad estable a baja temperatura, su estado de fusión y ebullición es elevado (Raffino, 2020). Entre sus principales funciones está la labor indispensable de transportar nutrientes e indispensable para las plantas al hacer la fotosíntesis, compone un alto porcentaje de la sangre, regula la temperatura corporal del cuerpo, las grandes cantidades de agua en la tierra también sirven como medio de recreación y distracción humana (Raffino, 2020).

Agua subterránea: Es aquella que existe bajo la superficie de la tierra y puede ser colectada por túneles, drenajes o perforaciones por donde fluya de forma natural a la superficie; Este tipo de recurso está siendo muy afectado por la humanidad haciendo que carezca cada vez más la disponibilidad entre cantidad y calidad, este se da por la explotación de acuíferos, al desechar sustancias que contaminan el agua, la deforestación, el inadecuado uso de las tierras agrícolas, el aumento de la población el cual tiene que poblar en zonas que no son las adecuadas, por lo que la ausencia de la disponibilidad del recurso hídrico llevado de la mano con el aumento de la población genera este tipo de conflictos los cuales en vez de ser analizados y solucionados están siendo agravados. (Ordoñez, 2011)

Según Sahuquillo (2014), el agua de mayor consumo por la población proviene de los ríos y lagos, pero en un futuro, el agua subterránea tendrá un papel fundamental como importancia económica y de consumo y las razones más importantes serían: no posee turbidez ni color, constituye el

abastecimiento de regiones donde no se cuenta con una red de agua o no se puede explotar las aguas superficiales.

Dentro de las aguas superficiales tenemos a los acuíferos, que son definidos como una formación geológica que hace accesible el paso del agua por las grietas que posee, existen tres tipos de acuíferos

Acuíferos Libres: definido como una superficie libre de agua almacenada en contacto con la superficie del terreno; Acuíferos confinados, en ella el agua está bajo tanta presión que recubre en si totalidad los poros y huecos y por último, los Acuíferos Semiconfinados, definido como el agua que tiene un poco de facilidad de pasar por los poros o huecos ya que las capas que lo confinan no son totalmente impermeables (Custodio , y otros, 1976)

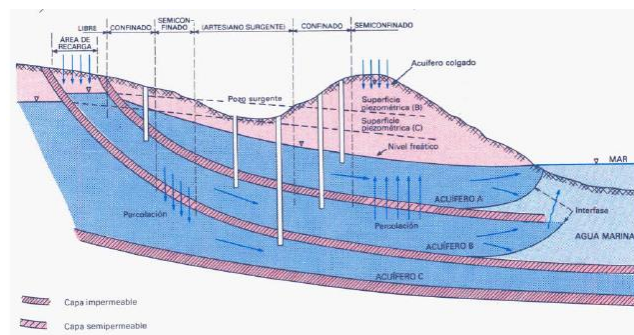


Figura 7. Representación de un acuífero libre, semiconfinado y confinado

Bacterias: conocidas como microorganismos unicelulares cuya reproducción se basa en la “fisión binaria” que se basa en la división celular de las bacterias para crear más población de ella. Estas bacterias llegan al agua, por vía fecal, ya que se localizan en el tracto gastrointestinal del hombre y de animales. (Balderón, 2013)

Coliformes Totales: Aquellas bacterias conocidas como Gram negativas de forma bacilar, capaces de fermentar la lactosa a temperaturas de 35 a 37 °C lo que produce Dióxido de carbono en las siguientes horas de haber iniciado la fermentación (MINSA, 1998)

Para la identificación del grupo coliformes se usa el método Hidrolisis de la lactosa que se basa en el rompimiento disacárido y es catalizado por una enzima β -D Galactosidasa, luego pasan por dos procesos de

metabolización (ácidos y CO₂) mediante el ciclo glucolítico y de citrato respectivamente (Balderón, 2013)

Coliformes fecales: bacteria del género *Escherichia* y *Klebsiella* *sopa*, relacionadas a la contaminación fecal por heces de origen humano y animales de sangre caliente en el agua, son bacterias que fermentan la lactosa entre 44 a 45,5 °C, capaces de soportar altas temperaturas, por ello son conocidas como termotolerantes, si estas son ingeridas al beber agua contaminada pueden causar infecciones en el tracto respiratorio superior o inferior, infección al tracto digestivo e incluso a la piel y tejidos blandos (Vargas, 2016)

Las bacterias coliformes habitan en el tracto intestinal de mamíferos y aves, con la capacidad de fermentar la lactosa, como se ha hecho mención anteriormente; los géneros que componen a este grupo son *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Citrobacter* y *Edwardsiella* y pueden subsistir ya que son saprofitas, lo que significa que obtienen su energía de la materia orgánica muerta a excepción de *Escherichia* ya que tiene un origen fecal, lo que nos lleva a diferenciar entre coliformes totales (termino que se le da a los coliforme de cualquier origen) y los coliformes fecales (termino que se le da a los coliformes de origen intestinal), por ello se entiende que la presencia de coliformes fecales indica que existe contaminación de origen fecal, mientras que la presencia de coliformes totales solo indica que existe contaminación, mas no asegura el origen (Balderón, 2013)

Método de número más probable (NMP) Se utiliza para realizar la estimación de densidades de población, especialmente cuando no se puede realizar una evaluación cuantitativa de individuos o células no es viable o factible, la característica de este método es que se debe de reconocer un atributo en particular en la población (presencia + o ausencia -) de lo que se esté estudiando o analizado, la ventaja de este análisis es la capacidad de estimar tamaños poblacionales basados en atributos relacionados a un

proceso (selectividad); provee una recuperación uniforme de las poblaciones microbianas de suelos diversificados, determina sólo organismos vivos y activos metabólicamente. (Balderón, 2013)

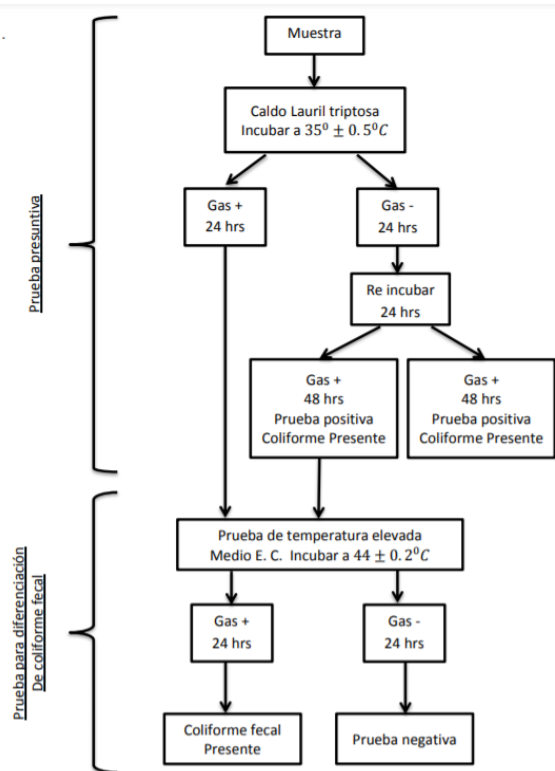


Figura 8. Esquema de prueba presuntiva y Diferenciación de coliformes fecales por el método de Número más probable (NMP)

Riego de vegetales con agua tratada: Según el decreto supremo N° 004-2017-MINAM, que aprueban estándares de calidad ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias, la Categoría 3, Riego de vegetales y bebida de animales, para agua de riego no restringido, que vienen a ser todos los cultivos alimenticios que se consumen crudos con sistema de riego por aspersión, donde el fruto entra en contacto directo con el agua

Tabla 2. Parámetros microbiológicos para ECA agua

	Unidad de Medida	Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	2000	1000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100ml	1000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

Tabla 3. Parámetros físicos y químicos para ECA agua

Parámetro	Unidad de Medida	Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Color	Escala Pt/co	100(a)	100(a)	
Temperatura	°C		Δ3	Δ3
Densidad	g/ml	-	-	-
Oxígeno disuelto	mg/L		≥4	≥5
Potencial de hidrogeno	Unidad de pH		6.5-8.5	6.5-8.4
Conductividad eléctrica	uS/cm		2500	5000

(a): Para aguas claras, sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural)

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicada ya que está orientada a mejorar en todos los aspectos la base de lo que ya se sabe o existe, mediante el uso de las nuevas tecnologías existentes y que por consiguiente nos dará un resultado eficiente, deficiente, eficaz o ineficaz según corresponda el tema de investigación (Esteban, 2018)

Es de diseño experimental puro debido a que se manipulan una o más variables independientes para observar el efecto que esta tiene en una o más variables dependientes que posteriormente será medido y se debe tener un control total de la experimentación (Sampieri, 2010)

El enfoque es cuantitativo ya que tiene que ver la proporción entre cantidad teniendo en cuenta la medición y el cálculo para obtener una respuesta u objetivo, lo que lo convierte en un proceso metódico y sistemático (Monje 2011), por ello los resultados de los análisis realizados en laboratorio se trabajarán de forma estadística para probar las hipótesis

De alcance explicativo ya que busca los hechos mediante la relación causa-efecto y presta atención a las causas como a los resultados mediante la prueba de hipótesis ya que estos son la base de los conocimientos adquiridos (Marroquín, 2012). En esta investigación se determinará la cantidad de coliformes fecales presentes en el agua de subsuelo antes y después del tratamiento

3.2 Variables y Operacionalización

- **Variables:**

Variable Independiente (VI): Efectividad de la técnica UV

Variable Dependiente (VD): Agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales

Operacionalización: Se encuentra en el anexo de esta investigación

3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

- **Población:**

Conjunto de individuos, objetos o medidas que poseen características comunes que pueden ser observables y estudiadas, representadas por la letra "N" Wigodski (2010). La población considerada en el presente trabajo de investigación son las Coliformes fecales presentes en el agua de subsuelo que pasan por la empresa Fagsol

- **Muestra:**

Considerado como un subconjunto de la población, existen tres procedimientos para determinar una muestra: parámetros de población, tamaño y representatividad y su error (López, 2004). Para esta investigación se consideró una muestra de 12 litros de agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales

- **Muestreo:**

El tipo de muestreo es el aleatorio simple ya que todos los elementos tienen la misma probabilidad de ser elegidos dentro de una lista por el azar, mediante números aleatorios (Casal & Mateu, 2003).

- **Unidad de análisis:**

Viene a ser el elemento principal, de interés o el tipo de caso que se escoge para estudiar en la investigación Sampieri (2014) Para esta investigación se consideraron 13 muestras del agua de subsuelo, 1 muestra que se manda a laboratorio para su análisis inicial y 12 muestras que pasaran por el equipo de luz ultravioleta,

3.4 Técnica e instrumento de la recolección de datos

Tabla 4. Técnica e Instrumentos para la obtención de datos

	FASE	FUENTE	TÉCNICA	INSTRUMENTOS	RESULTADO
1	Identificación del área de estudio	Aguas de subsuelo contaminadas por coliformes fecales en la empresa Fagsol	Observación	Ficha N° 1 Cuaderno de Campo	Área de estudio delimitada e identificada
2	Ubicación del punto de muestreo	Pozo de agua contaminada de subsuelo que aflora hasta la superficie	Observación	Ficha N° 2 Cadena de custodia	Punto de muestreo ubicado
3	Caracterización de las aguas de subsuelo contaminada	Pozo de agua contaminada de subsuelo que aflora hasta la superficie	Observación y experimentación	Ficha N° 3 Recolección de datos de la caracterización del agua-parámetros físicos, químicos y microbiológicos	Obtención de resultados de parámetros químicos, físicos y microbiológicos de la caracterización
4	Tratamiento de aguas de subsuelo contaminadas con radiación UV	Laboratorio de la Empresa Fagsol	Observación y experimentación	Ficha N° 4 Recolección de datos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua contaminada antes y después	Obtención de agua de subsuelo tratada
5	Análisis Estadístico	Laboratorio de la Empresa Fagsol	Observación y experimentación	Ficha N° 5 Resumen de datos para análisis estadístico	Datos finales de los parámetros físicos químicos y biológicos

- Técnica:

Se utilizo la técnica de la experimentación y la observación directa para la recojo de datos y se basa en la recolección de datos basados en el motivo por el cual se está llevando a cabo la investigación de una manera juiciosa,

precisa que conlleve a obtener resultados que se puedan comparar y analizar (Campos, y otros, 2012)

- Instrumentos para la recolección de datos:

Para la recolección de datos en campo y en el laboratorio de la empresa Fagsol se utilizaron 05 fichas

- Instrumentos para la recolección de datos:

Para la recolección de datos en campo y en el laboratorio de la empresa Fagsol se utilizaron 06 fichas

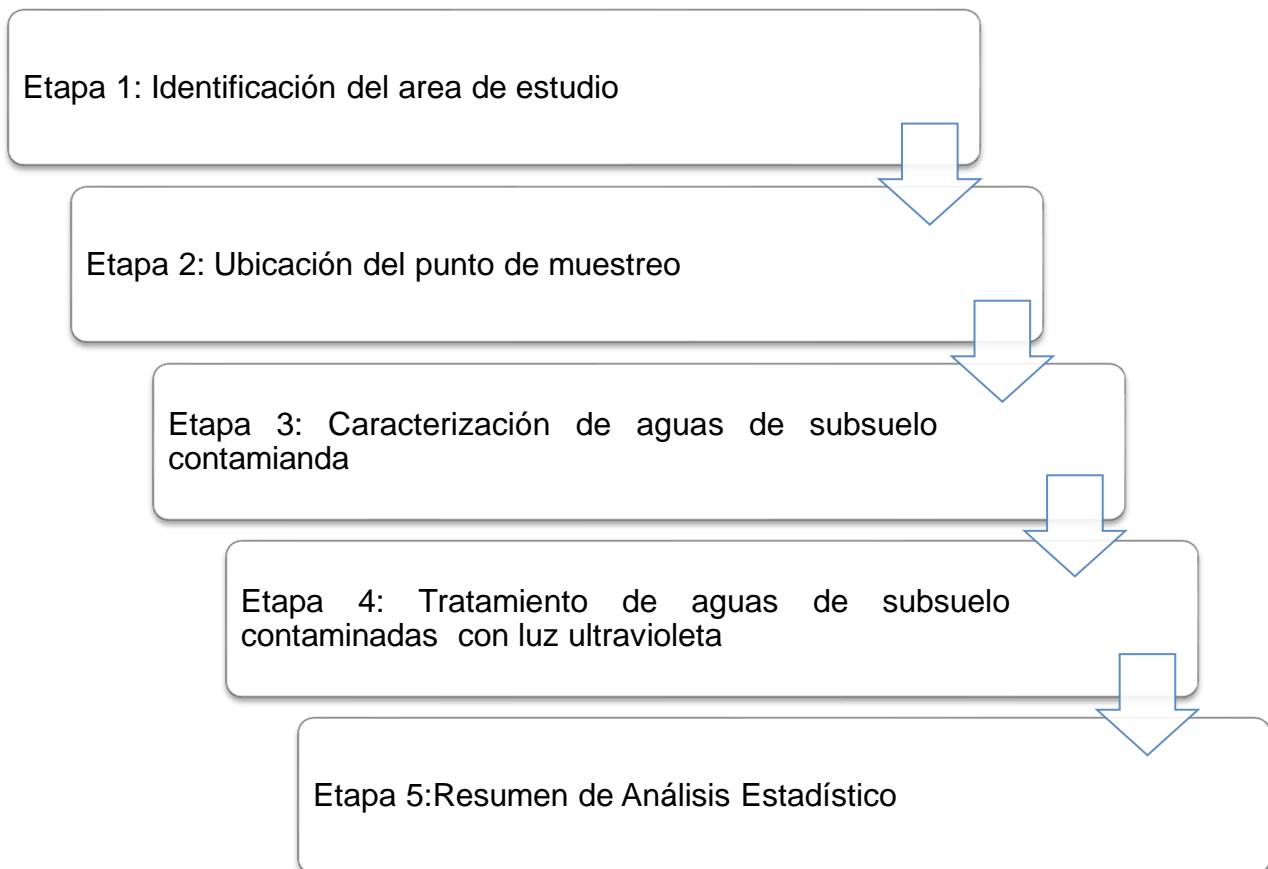
- **Ficha 1:** Cuaderno de campo, se detalla la ubicación exacta y las condiciones del pozo además de indicar en observaciones la presencia de vegetación.
- **Ficha 2:** Cadena de custodia, se recolecta datos como la ubicación del área de estudio, coordenadas, código de punto de muestreo, hora y fecha de la toma de muestra
- **Ficha 3:** Recolección de datos para la caracterización de aguas contaminadas, se recolecta datos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos como es: temperatura, color, Oxígeno disuelto, Potencial de Hidrogeno, Conductividad Eléctrica, Concentración de Coliformes Fecales.
- **Ficha 4:** Recolección de datos fisicoquímicos y microbiológicos antes y después del tratamiento por radiación UV de acuerdo al diseño experimental planteado.
- **Ficha 5:** Resumen de datos para un análisis estadístico.

- **Validez de instrumento:** La validez se justifica cuando los instrumentos se ajustan a los objetivos que el investigador se fija (Hurtado, 2012)

Tabla 5: Validación de los Instrumentos de recojo de datos

Apellidos y Nombre	CIP/CBP/CQP	I1	I2	I3	I4	I5	% de Validez	Promedio de Validez
Pérez Méndez Rodolfo Roque	24258	100%	90%	95%	95%	95%	95%	
Pérez Méndez Alonso Eduardo	124258	100%	90%	95%	95%	95%	95%	95%
Zeballos Lizárraga Yimmy Dany	238171	100%	90%	95%	95%	95%	95%	

3.5 Procedimiento de la obtención de datos



Etapa 1:

Se identifica la zona de recolección de muestra, la cual corresponde a San Martín de Socabaya, provincia Arequipa, departamento de Arequipa, tal cual se muestra en la siguiente figura:

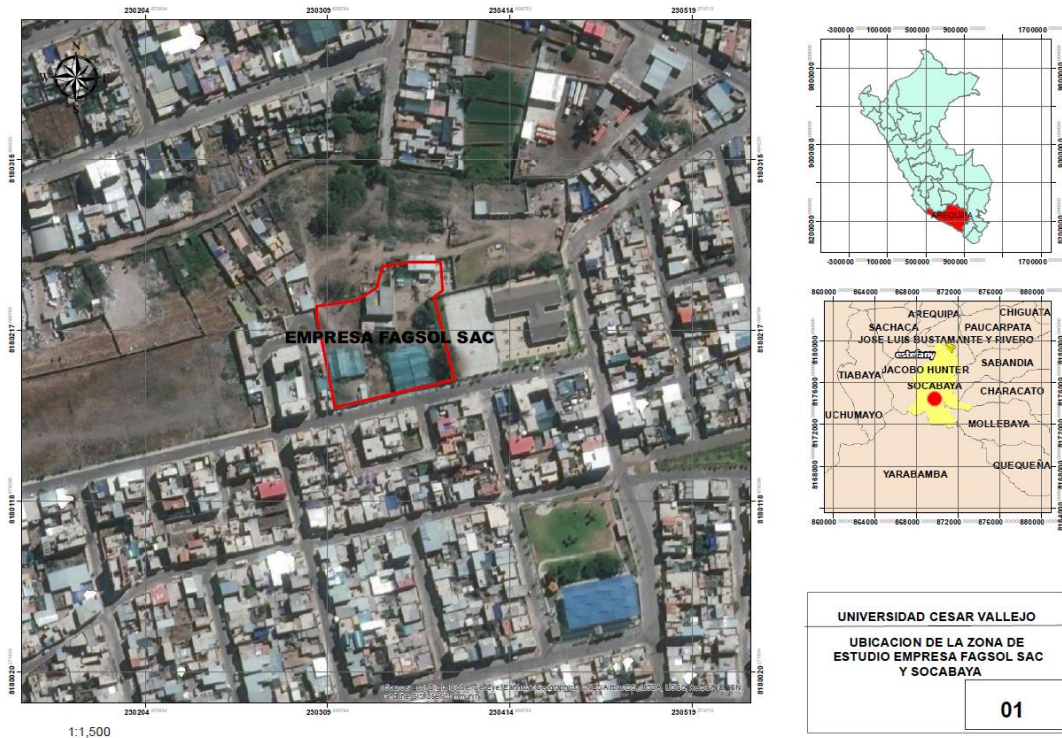


Figura 9 Ubicación del Área de Estudio-Empresa Fagsol

Etapa 2:

Se ubica el pozo de agua contaminada de subsuelo que aflora hacia la superficie y con la cadena de custodia, se extrae información, como procedencia de la muestra, el tipo de agua, parámetros a analizar, fecha del muestreo, hora del muestreo, punto de ubicación del muestreo

Se colecta la muestra de agua contaminada de subsuelo, con ayuda de un recolector de muestras, para posteriormente ser almacenado en una galonera de mayor volumen.



Figura 10: (A) Agua de subsuelo contaminada aflorando a la superficie, (B) Recolección de muestra de agua de subsuelo contaminada

Etapa 3:

Con la ficha de recolección de datos, se empieza a caracterizar el agua colectada, hallando los parámetros físicos y químicos como es la temperatura, color, densidad, oxígeno disuelto, potencial de hidrogeno y conductividad eléctrica. Para ello se vierte al vaso precipitado 50 ml del agua contaminada y se procede a tomar los parámetros con los siguientes instrumentos:

Parámetros Físicos

Para medir el color se hace uso de la escala Hazen o conocida como Pt/co, que comparamos el color del agua subterránea con los colores de la escala Hazen, la cual se muestra en la figura a continuación

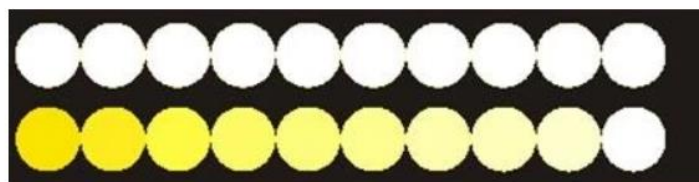


Figura 11. Escala Hazen o Pt/co para definir color en el agua

Para hallar la densidad, se pesa la probeta, luego se añade el líquido que en este caso es el agua de subsuelo contaminada, la suma de los dos se divide entre el volumen. La fórmula sería la siguiente:

$$dL=(Wf-Wo) /v$$

Donde:

dL: densidad de líquido

Wf: suma de peso prob. y vol. De liquido

Wo: peso probeta

v: volumen del liquido

Parámetros Químicos

Detector de oxígeno disuelto, conductímetro y ph-metro, para ello se realiza el siguiente procedimiento: enjuagar la sonda del detector del oxígeno disuelto con agua destilada e ingresar la sonda al vaso de precipitado con los 50 ml de agua contaminada y esperar 30 segundos para que tome la lectura correctamente, presionar hold para retener la información, enjuagar la sonda con agua destilada, se debe tener cuidado de no sobrepasar la línea de inmersión.

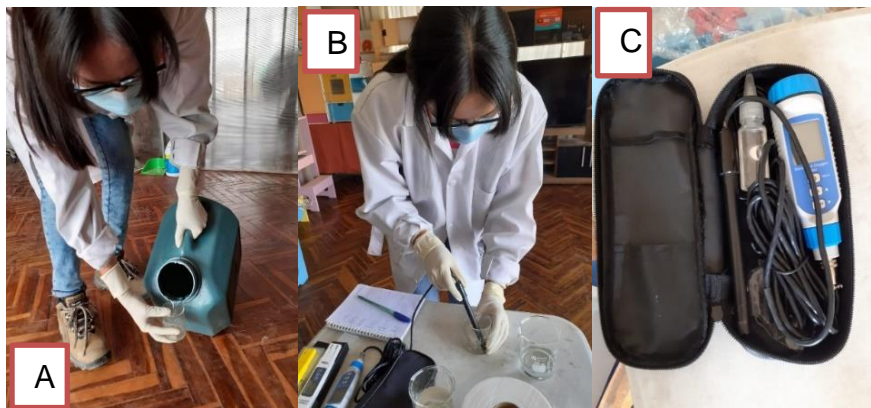


Figura 12. (A) Toma de muestra de 50 ml de agua contaminada de subsuelo, (B) Toma de parámetro de oxígeno disuelto, (C) Equipo "Detector de Oxígeno disuelto; todo ello para la caracterización de aguas contaminadas de subsuelo

Para tomar lectura con el conductímetro, se tiene las mismas consideraciones, enjuagar con agua destilada el sensor y sumergir en el vaso de precipitado de 50ml de agua contaminada, esperar 30 segundos y presionar hold para retener la información, enjuagar con agua destilada.

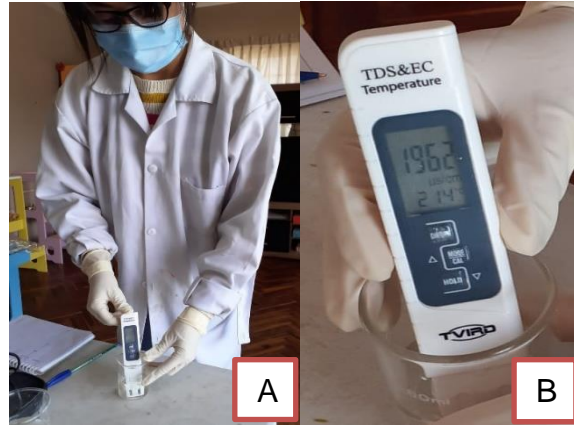


Figura 13. (A) Toma de muestra del parámetro Conductividad eléctrica, (B) Equipo de medida “Conductímetro”; todo ello para la caracterización de aguas contaminadas de subsuelo

Para usar el ph-metro se debe enjuagar el sensor con agua destilada y después se sumerge en los 50 ml de agua contaminada, una vez sumergido se espera a que se estabilice, es entonces que se retira el ph-metro y se enjuaga nuevamente el sensor. Para la toma de la temperatura, esta sale como un adicional en el detector de oxígeno disuelto y para hallar el color y presencia de sólidos, se usa la técnica de la observación. Se consideran 6 muestras de agua contaminada de subsuelo y por cada muestra se hacen 3 repeticiones, siendo un total de 18 mediciones para cada parámetro



Figura 14. (A) Toma de muestra del Potencial de hidrogeno, (B) Equipo de medición Ph-metro”; todo ello para la caracterización de aguas contaminadas de subsuelo

En este paso, se toma una muestra de agua de 1000ml de subsuelo contaminada, se envasa en una botella PETS y se manda a analizar al laboratorio, para saber los niveles iniciales de coliformes totales (NMP/ml)

Etapa 4:

Gracias a la caracterización, tenemos más información sobre el agua de subsuelo contaminada, y seleccionamos los parámetros que analizaremos, siendo estos la Temperatura, Color, Densidad, Oxígeno disuelto, Conductividad eléctrica y Potencial de Hidrogeno, entonces se procede al tratamiento del agua de subsuelo contaminadas con la técnica UV de la siguiente manera:

Se vierte al vaso precipitado 50 ml del agua contaminada y se procede a tomar los parámetros físicos (Temperatura, Color, Densidad), Parámetros químicos (Oxígeno disuelto, Conductividad eléctrica y Potencial de Hidrogeno) y parámetros microbiológicos (Concentración de coliformes fecales). Para los parámetros químicos se usan los siguientes instrumentos: detector de oxígeno disuelto, conductímetro y ph-metro, para ello se realiza el siguiente procedimiento: enjuagar la sonda del detector del oxígeno disuelto con agua destilada e ingresar la sonda al vaso de precipitado con los 50 ml de agua contaminada y esperar 30 segundos para que tome la lectura correctamente, presionar hold para retener la información, enjuagar la sonda con agua destilada, se debe tener cuidado de no pasar la línea de inmersión. Para tomar lectura con el conductímetro, se tiene las mismas consideraciones, enjuagar con agua destilada el sensor y sumergir en el vaso de precipitado de 50ml de agua contaminada, esperar 30 segundos y presionar hold para retener la información, enjuagar con agua destilada.

Para usar el ph-metro se debe enjuagar el sensor con agua destilada y después se sumerge en los 50 ml de agua contaminada, una vez sumergido se espera a que se estabilice, es entonces que se retira el ph-metro y se enjuaga nuevamente el sensor. Para la toma de la temperatura, esta sale como un adicional en el detector de oxígeno disuelto, a estos resultados los consideramos como parámetros iniciales o "Pre tratamiento". Una vez

tomadas las muestras se vierte 12 L de agua contaminada al equipo de luz ultravioleta.

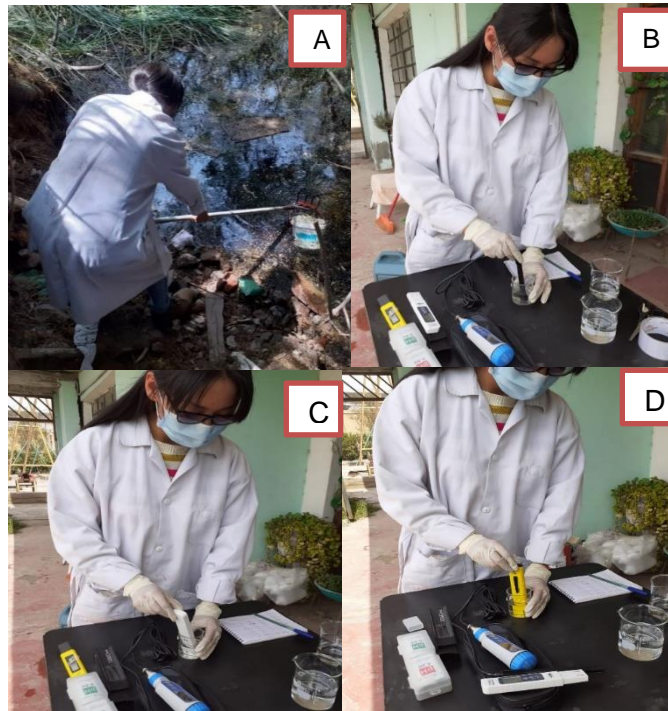


Figura 15. (A) Segunda extracción de agua contaminada de subsuelo, (B) Toma de parámetro de Oxígeno disuelto, (C) toma de parámetro de Conductividad eléctrica, (D) Toma de parámetro de Potencial de hidrogeno

Después de verter los 12 L de agua contaminada al equipo de luz ultravioleta, se procede a recolectar datos del sistema que tiene incluido un caudalímetro, se anota el número indicado y se procede a encender el equipo con luz ultravioleta, se trabajó con 2 tiempos, 30 y 60 minutos, cada uno con un total de 6 muestras



Figura 16. (A) Agregando el agua contaminada de subsuelo al sistema colector de UV, (B) Sistema colector realizando el ciclo

Cuando el equipo haya tratado el agua contaminada, se procede a la recolección del agua en una botella PETS de 1000 ml, se rotula y se lleva a laboratorio para su análisis, también se toman los parámetros físicos y químicos ya mencionados y se repite el mismo procedimiento para el total de 12 muestras.



Figura 17. (A) Recolección del agua tratada mediante Luz ultravioleta, (B) Rotulado de la muestra de agua

Etapa 5: Una vez obtenida la información, con ayuda del instrumento 5, se recolecta los resultados microbiológicos para poder realizar el análisis estadístico

3.6 Método de análisis de datos:

El método de análisis de datos para la interpretación de resultados será por Análisis de Varianza (ANOVA) el cual será aplicado en el software Statgraphics Centurion

3.7 Aspectos éticos:

Esta investigación se desarrolló de acuerdo al código de ética en investigación de la Universidad Cesar Vallejo, el cual menciona el código internacional de conducta y buenas prácticas del *Committee on Publication Ethics, COPE*, basadas en la rigurosidad y transparencia de la investigación científica, en la resolución de consejo universitario N°0126-2017/UCV, que

especifica el código de ética y en el artículo N° 15 del reglamento de la Universidad Cesar Vallejo, de la política anti plagio, se resalta que toda la información recabada en la presente investigación se utilizó con y para fines académicos, de fuentes confiables y citadas y durante todo el proceso fue sometido al software Turnitin para constatar el porcentaje de similitud

IV. RESULTADOS

4.1 Caracterización de agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales en la empresa Fagsol

Se realiza la caracterización, porque gracias a ella se tendrá más información sobre los contaminantes presentes en el agua de subsuelo, lo que nos sirve de punto de partida para entender más sobre el tema investigado

Tabla 6. Caracterización del agua subterránea

Muestra	N° de mediciones	T °C	Color Pt/co	Densidad g/ml	OD mg/L	Ce uS/cm	pH
1	1	24.4	10	0.01	3.16	1962	8.14
	2	21.7	10	0.01	3.53	2130	8.14
	3	22.0	10	0.01	3.72	2050	8.21
2	1	20.8	10	0.01	2.67	2030	8.14
	2	20.7	10	0.01	2.94	2020	8.11
	3	20.9	10	0.01	3.48	2080	8.21
3	1	21.1	10	0.01	3.08	2070	8.18
	2	21.2	10	0.01	3.24	2040	8.22
	3	21.6	10	0.01	3.59	2070	8.16
4	1	22.1	10	0.01	3.29	2040	8.14
	2	22.1	10	0.01	3.08	2080	8.15
	3	22.3	10	0.01	3.06	2050	8.15
5	1	22.1	10	0.01	3.01	2090	8.21
	2	22.3	10	0.01	3.30	2070	8.15
	3	22.6	10	0.01	3.41	2050	8.15
6	1	22.0	10	0.01	3.04	2050	8.22
	2	21.9	10	0.01	3.24	2060	8.15
	3	22.0	10	0.01	3.51	2050	8.12

Se recogieron muestras del agua subterránea con el objetivo de caracterizar parámetros de esta, los datos se muestran en la tabla 6, donde se observa los parámetros físicos: temperatura, color, densidad y los parámetros químicos: oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y potencial de hidrogeno.

Tabla 7: Caracterización del Color

Muestra 50 mL	N° de mediciones	Color
		Pt/co
1	1	10
	2	10
	3	10
2	1	10
	2	10
	3	10
3	1	10
	2	10
	3	10
4	1	10
	2	10
	3	10
5	1	10
	2	10
	3	10
6	1	10
	2	10
	3	10
Promedio		10
Max		10
Min		10

En la tabla 7 no se muestra alguna variación con respecto a la escala de color Pt/co

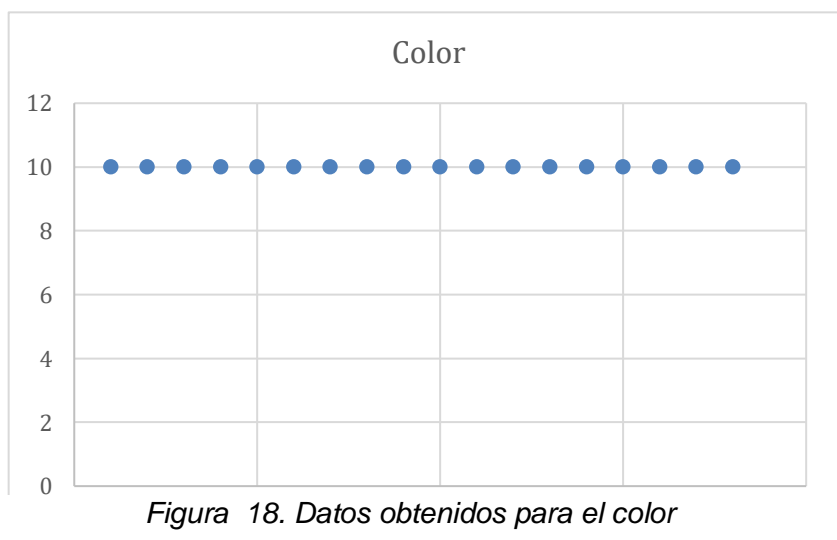


Figura 18. Datos obtenidos para el color

Tabla 8. Caracterización de la densidad

Muestra 50 mL	N° de mediciones	Densidad g/ml
1	1	0.01
	2	0.01
	3	0.01
2	1	0.01
	2	0.01
	3	0.01
3	1	0.01
	2	0.01
	3	0.01
4	1	0.01
	2	0.01
	3	0.01
5	1	0.01
	2	0.01
	3	0.01
6	1	0.01
	2	0.01
	3	0.01
Promedio		0.01
Max		0.01
Min		0.01

En la tabla 8 no se muestra alguna variación con respecto a la densidad del agua contaminada por coliformes fecales

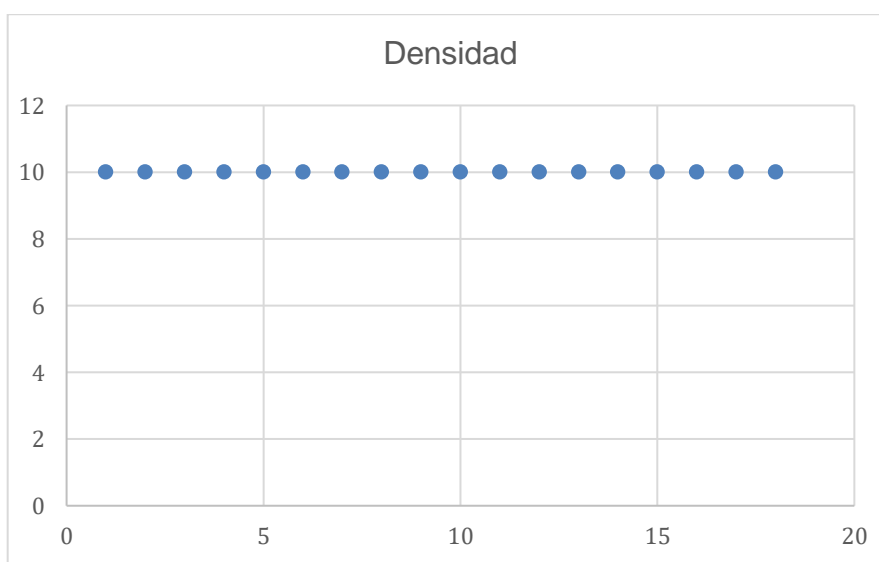


Figura 19. Datos obtenidos para la densidad

Tabla 9. Caracterización de la Temperatura

Muestra	Numero de	T
50 mL	Mediciones	°C
1	1	24.40
	2	21.70
	3	22.00
2	1	20.80
	2	20.70
	3	20.90
3	1	21.10
	2	21.20
	3	21.60
4	1	22.10
	2	22.10
	3	22.30
5	1	22.10
	2	22.30
	3	22.60
6	1	22.00
	2	21.90
	3	22.00
Promedio		21.88
Máximo		24.40
Mínimo		20.70

En la tabla 9 se muestra una ligera variación con respecto a la temperatura, siendo el promedio de esta 21.88 °C

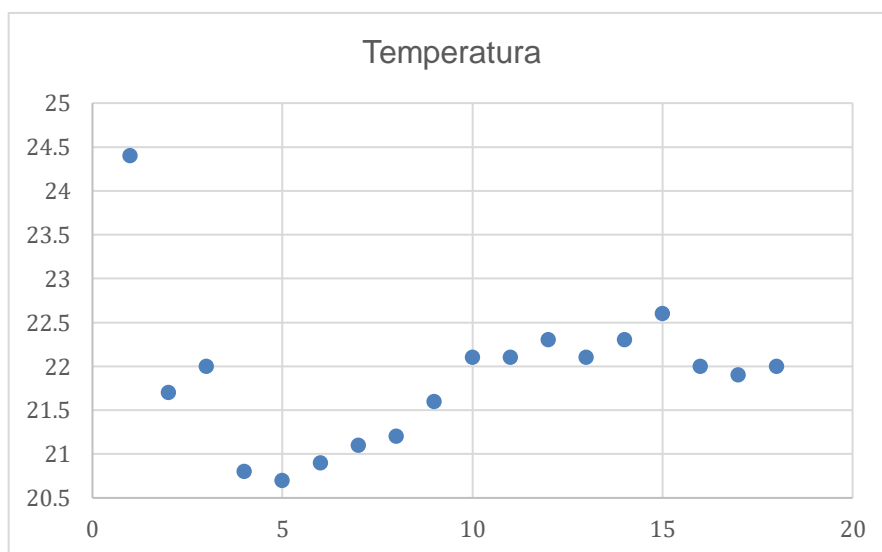


Figura 20. Datos obtenidos para la temperatura

Tabla 10. Caracterización del Oxígeno Disuelto

Muestra	Numero de	OD
50 mL	Mediciones	mg/L
1	1	3.16
	2	3.53
	3	3.72
2	1	2.67
	2	2.94
	3	3.48
3	1	3.08
	2	3.24
	3	3.59
4	1	3.29
	2	3.08
	3	3.06
5	1	3.01
	2	3.3
	3	3.41
6	1	3.04
	2	3.24
	3	3.51
Promedio		3.24
Máximo		3.72
Mínimo		2.67

En la tabla 10 se muestra una ligera variación con respecto al oxígeno disuelto presente en las aguas contaminadas por coliformes fecales

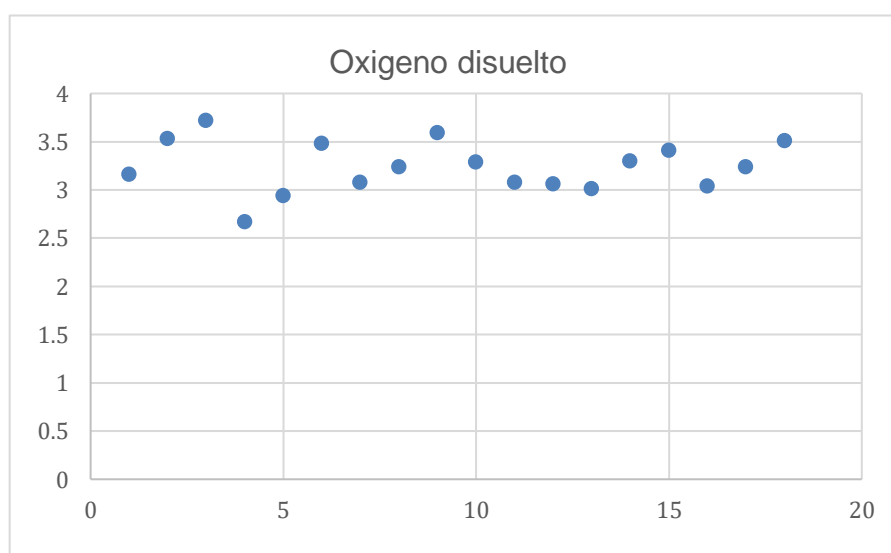


Figura 21. Datos obtenidos para el oxígeno disuelto.

Tabla 11. Caracterización del Potencial de Hidrogeno

Muestra	Numero de Mediciones	pH
1	1	8.14
	2	8.14
	3	8.21
2	1	8.14
	2	8.11
	3	8.21
3	1	8.18
	2	8.22
	3	8.16
4	1	8.14
	2	8.15
	3	8.15
5	1	8.21
	2	8.15
	3	8.15
6	1	8.22
	2	8.15
	3	8.12
Promedio		8.16
Máximo		8.22
Mínimo		8.11

En la tabla 11 se muestra una ligera variación con respecto al potencial de hidrogeno presente en las aguas contaminadas por coliformes fecales

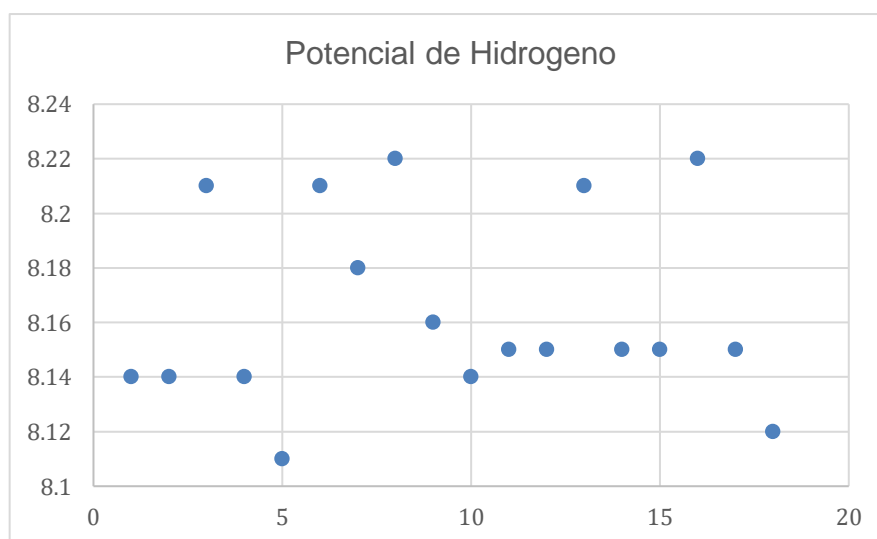


Figura 22: Datos obtenidos para el Potencial de hidrogeno

Tabla 12. Caracterización de conductividad

Muestra	Numero de	Ce
50 mL	Mediciones	uS/cm
1	1	1962
	2	2130
	3	2050
2	1	2030
	2	2020
	3	2080
3	1	2070
	2	2040
	3	2070
4	1	2040
	2	2080
	3	2050
5	1	2090
	2	2070
	3	2050
6	1	2050
	2	2060
	3	2050
Promedio		2055.11
Máximo		2130
Mínimo		1962

En la tabla 12 se muestra una ligera variación con respecto a la conductividad eléctrica presente en las aguas contaminadas por coliformes fecales

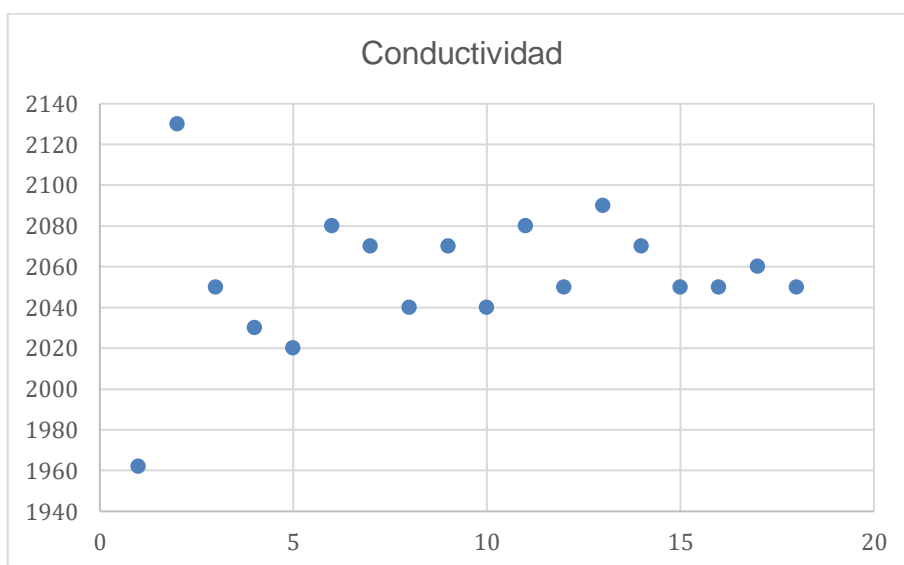


Figura 23. Datos obtenidos para la Conductividad

4.2 Influencia de la Luz Ultravioleta en los parámetros químicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales

- Tratamiento luz Ultravioleta- 30 min

Tabla 13. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Oxígeno disuelto – 30 min

Muestra 50 mL	Hora	Tratam. con UV	OD mg/L
1	13.00	Pre trat.	4.05
	13.30	Post trat.	5.19
2	13.40	Pre trat.	4.07
	14.10	Post trat.	5.19
3	14.30	Pre trat.	3.18
	15.00	Post trat.	5.01
4	15.10	Pre trat.	4.37
	15.40	Post trat.	5.10
5	15.50	Pre trat.	4.04
	16.20	Post trat.	5.44
6	16.30	Pre trat.	4.87
	17.00	Post trat.	5.98

En la tabla 13 se observa que la muestra Inicial con respecto al oxígeno disuelto aumenta luego del proceso, debido a que el movimiento causado por la bomba para desplazar el fluido genera una agitación y por medio de esta se empieza a disolver oxígeno del medio ambiente.

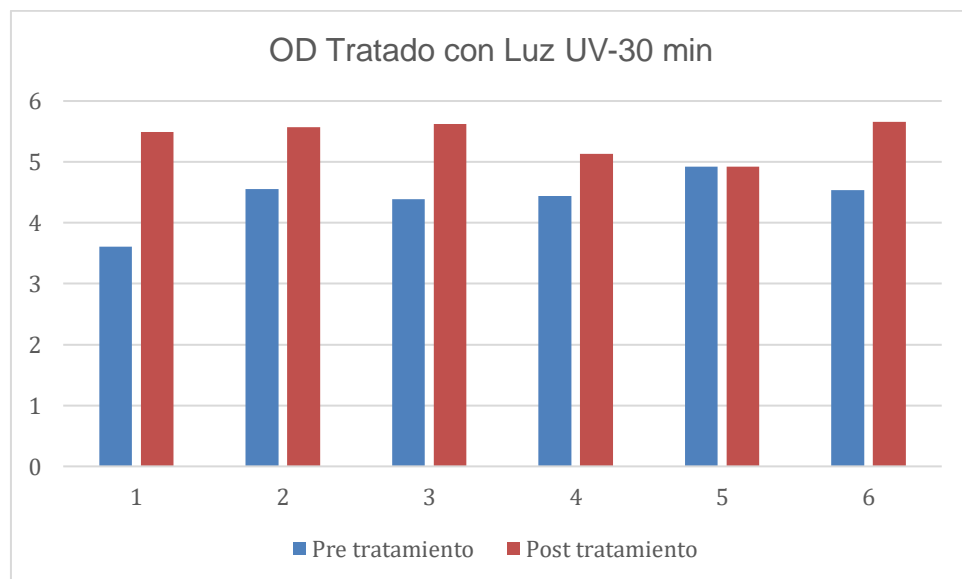


Figura 24. Comparación pre y post tratamiento para Oxígeno disuelto-30 min

Tabla 14. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Conductividad eléctrica-30 min

Muestra 50 mL	Hora	Tratam. con UV	Ce uS/cm
1	13.00	Pre trat.	2090
	13.30	Post trat.	2020
2	13.40	Pre trat.	2050
	14.10	Post trat.	2020
3	14.30	Pre trat.	2080
	15.00	Post trat.	2030
4	15.10	Pre trat.	2050
	15.40	Post trat.	2010
5	15.50	Pre trat.	2090
	16.20	Post trat.	2050
6	16.30	Pre trat.	2100
	17.00	Post trat.	2050

En la tabla 15 se puede observar que antes y después del proceso, para cada ensayo la conductividad es similar

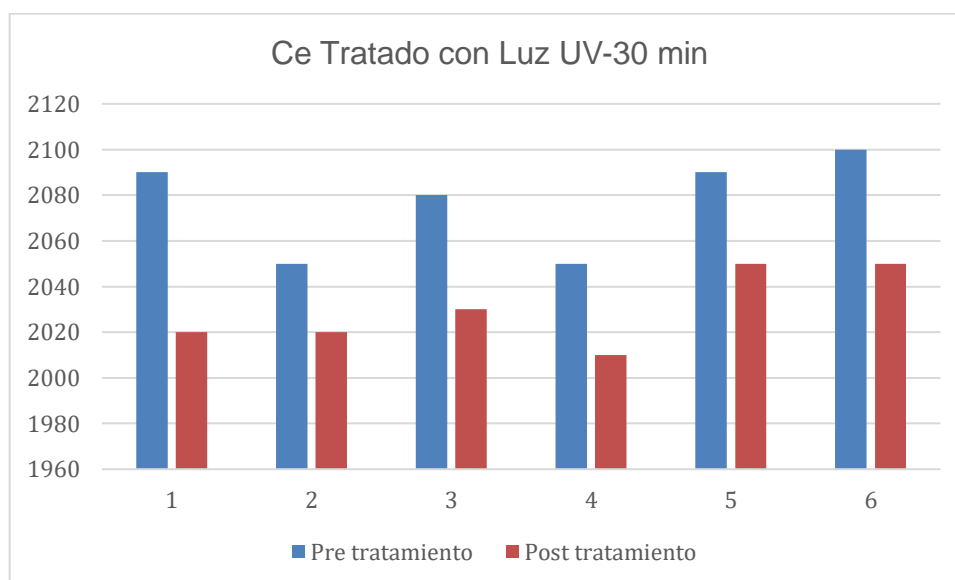


Figura 25. Comparación pre y post tratamiento para Conductividad eléctrica-30 min

Tabla 15. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Potencial de hidrogeno-30 min

Muestra	Hora	Tratam. con UV	pH
50 mL			
1	13.00	Pre trat.	8.12
	13.30	Post trat.	9.12
2	13.40	Pre trat.	8.22
	14.10	Post trat.	9.09
3	14.30	Pre trat.	8.13
	15.00	Post trat.	9.11
4	15.10	Pre trat.	8.21
	15.40	Post trat.	9.19
5	15.50	Pre trat.	8.24
	16.20	Post trat.	9.27
6	16.30	Pre trat.	8.32
	17.00	Post trat.	9.26

En la tabla 16 se muestra que el pH, pre y post trat. no varía demasiado ya que solo aumenta en un punto, por lo que se puede decir que el proceso no altera el pH.

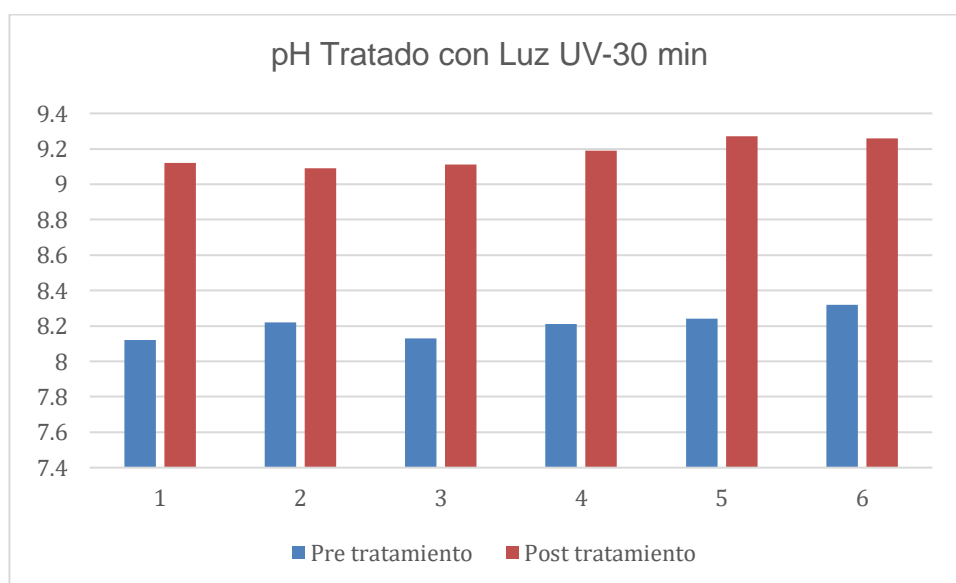


Figura 26. Comparación pre y post tratamiento para Conductividad eléctrica-30 min

- **Tratamiento luz Ultravioleta- 60 min**

Tabla 16. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Oxígeno disuelto-60 min

Muestra	Hora	Tratam. con	OD
50 mL		UV	mg/L
1	8.00	Pre trat.	3.61
	9.00	Post trat.	5.49
2	9.10	Pre trat.	4.55
	10.10	Post trat.	5.57
3	10.20	Pre trat.	4.39
	11.20	Post trat.	5.62
4	11.30	Pre trat.	4.44
	12.30	Post trat.	5.13
5	12.40	Pre trat.	4.92
	13.40	Post trat.	5.66
6	13.50	Pre trat.	4.54
	14.50	Post trat.	5.59

En la tabla 16 se observa que el oxígeno disuelto aumenta luego del tratamiento, y esto es debido a que el movimiento causado por la bomba para desplazar el fluido genera una agitación y por medio de esta se empieza a disolver oxígeno del medio ambiente

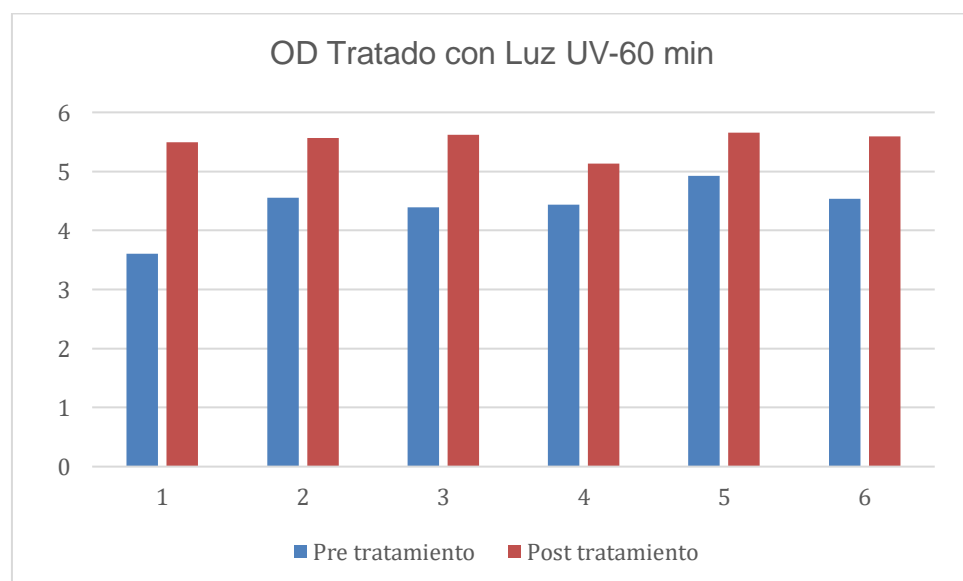


Figura 27. Comparación pre y post tratamiento para Oxígeno disuelto-60 min

Tabla 17. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Conductividad eléctrica-60 min

Muestra	Hora	Tratam. con	Ce
50 mL		UV	uS/cm
1	8.00	Pre trat.	2150
	9.00	Post trat.	2040
2	9.10	Pre trat.	2130
	10.10	Post trat.	2040
3	10.20	Pre trat.	2080
	11.20	Post trat.	2040
4	11.30	Pre trat.	2120
	12.30	Post trat.	2020
5	12.40	Pre trat.	2150
	13.40	Post trat.	2050
6	13.50	Pre trat.	2110
	14.50	Post trat.	2045

En la tabla 18 se observa que la muestra Inicial con respecto a la conductividad eléctrica no aumenta luego del proceso.

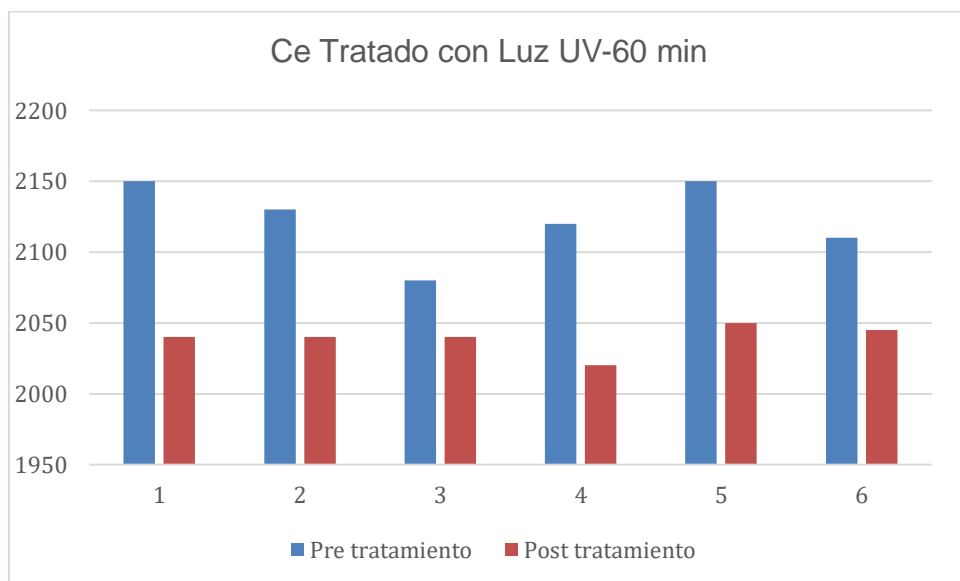


Figura 28. Comparación pre y post tratamiento para Conductividad eléctrica-60 min

Tabla 18. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Potencial de hidrogeno-60 min

Muestra	Hora	Tratam. con	pH
50 mL		UV	
1	8.00	Pre trat.	8.24
	9.00	Post trat.	9.25
2	9.10	Pre trat.	8.42
	10.10	Post trat.	9.32
3	10.20	Pre trat.	8.30
	11.20	Post trat.	9.30
4	11.30	Pre trat.	8.32
	12.30	Post trat.	9.32
5	12.40	Pre trat.	8.31
	13.40	Post trat.	9.34
6	13.50	Pre trat.	8.29
	14.50	Post trat.	8.33

En la tabla 19 se muestra los valores de pH recolectados antes y después de cada prueba y se logra observar que el pH aumenta en 1 punto aproximadamente

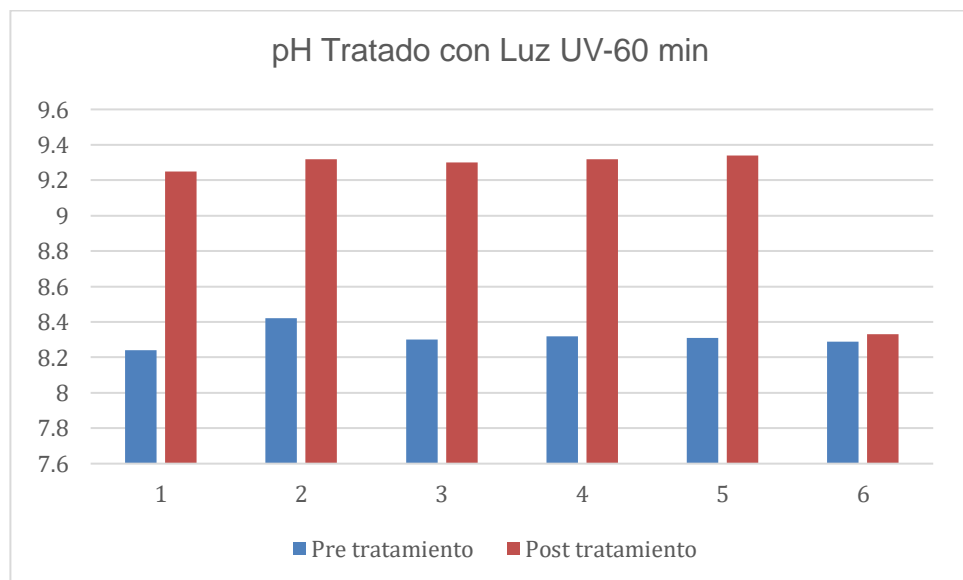


Figura 29. Comparación pre y post tratamiento para Potencial de hidrogeno-60 min

4.3 Influencia de la Luz Ultravioleta en los parámetros físicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales

- Tratamiento luz Ultravioleta- 30 minutos

Tabla 19. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Temperatura-30 min

Muestra de agua cont. 50 ml	Hora	Tratamiento con Luz UV	P. Físico
			T °C
1	13.00	Pre tratamiento	21.6
	13.30	Post tratamiento	22.5
2	13.40	Pre tratamiento	22.9
	14.10	Post tratamiento	23.6
3	14.30	Pre tratamiento	23.5
	15.00	Post tratamiento	25.2
4	15.10	Pre tratamiento	23.3
	15.40	Post tratamiento	23.8
5	15.50	Pre tratamiento	23.4
	16.20	Post tratamiento	22.2
6	16.30	Pre tratamiento	23.2
	17.00	Post tratamiento	20.5

En la tabla 20 se muestra que la temperatura no baja los 20 °C ni excede de los 24 °C, no alterando demasiado los resultados para todas las repeticiones.

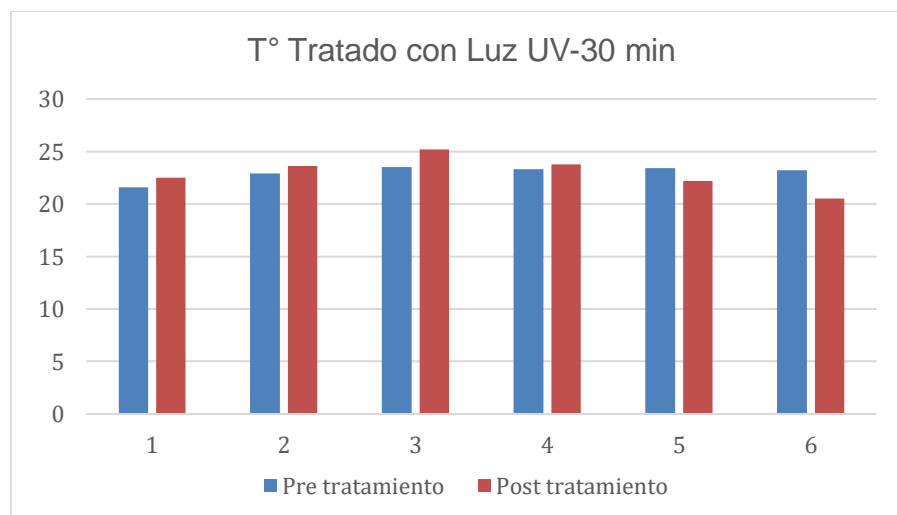


Figura 30. Comparación pre y post tratamiento para Temperatura-30 min

Tabla 20. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Color-30 min

Muestra de agua cont. 50 ml	Hora	Tratamiento con Luz UV	P. Físico
			Color
			Pt/co
1	13.00	Pre tratamiento	10
	13.30	Post tratamiento	5
2	13.40	Pre tratamiento	10
	14.10	Post tratamiento	5
3	14.30	Pre tratamiento	10
	15.00	Post tratamiento	5
4	15.10	Pre tratamiento	10
	15.40	Post tratamiento	5
5	15.50	Pre tratamiento	10
	16.20	Post tratamiento	5
6	16.30	Pre tratamiento	10
	17.00	Post tratamiento	5

En la tabla podemos observar un cambio en la escala Pt/co , disminuyendo en una escala de 10 a 5

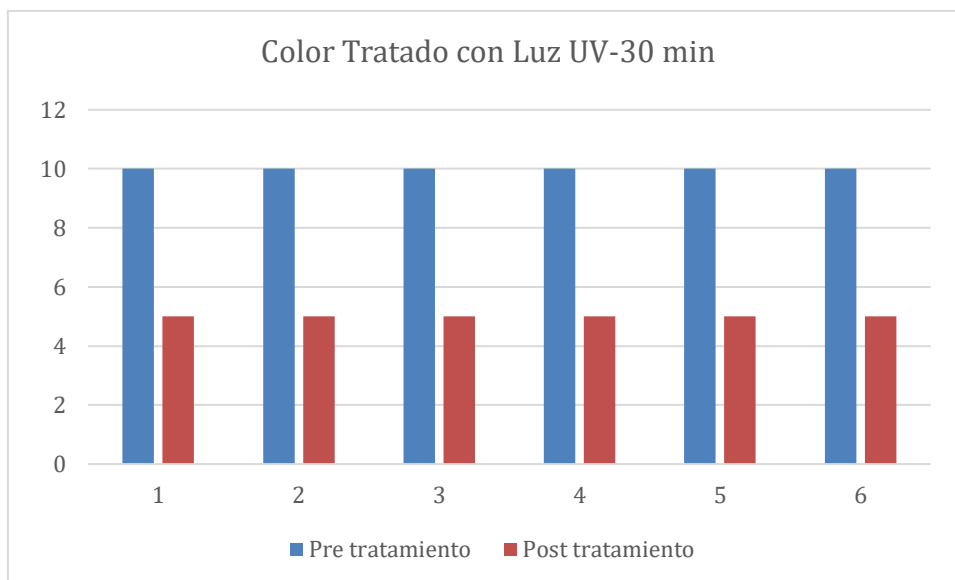


Figura 31. Comparación pre y post tratamiento para Color-30 min

Tabla 21. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Densidad-30 min

Muestra de agua cont. 50 ml	Hora	Tratamiento con Luz UV	P. Físico
			Densidad g/ml
1	13.00	Pre tratamiento	0.01
	13.30	Post tratamiento	0.01
2	13.40	Pre tratamiento	0.01
	14.10	Post tratamiento	0.01
3	14.30	Pre tratamiento	0.01
	15.00	Post tratamiento	0.01
4	15.10	Pre tratamiento	0.01
	15.40	Post tratamiento	0.01
5	15.50	Pre tratamiento	0.01
	16.20	Post tratamiento	0.01
6	16.30	Pre tratamiento	0.01
	17.00	Post tratamiento	0.01

En la tabla 21 podemos observar que la densidad se mantiene igual, no aumenta ni disminuye

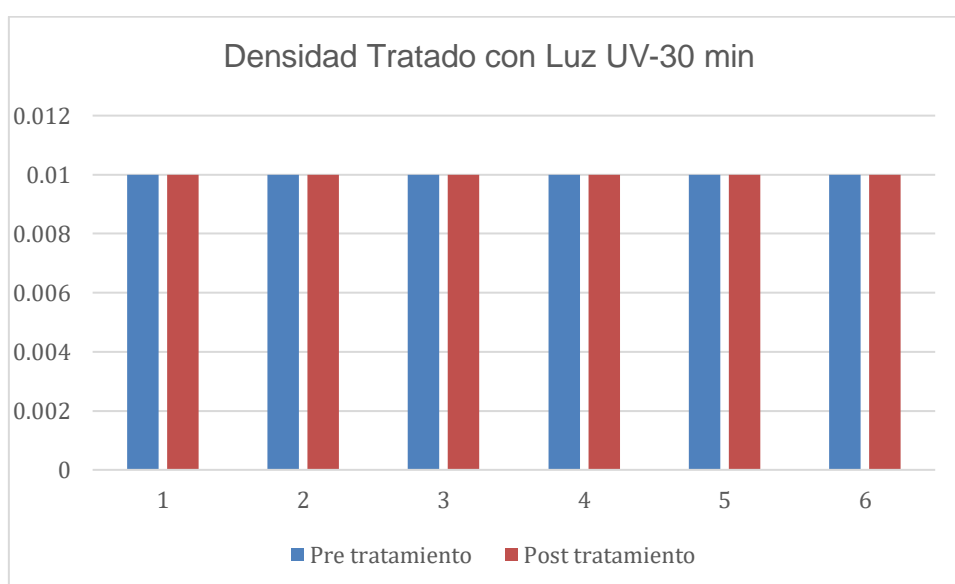


Figura 32. Comparación pre y post tratamiento para Densidad-30 min

- **Tratamiento luz Ultravioleta- 60 minutos**

Tabla 22. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Temperatura-60 min

Muestra de agua cont. 50 ml	Hora	Tratamiento con Luz UV	P. Físico
			T °C
1	8.00	Pre tratamiento	25.8
	9.00	Post tratamiento	24.7
2	9.10	Pre tratamiento	24.3
	10.10	Post tratamiento	23.7
3	10.20	Pre tratamiento	23.9
	11.20	Post tratamiento	23.6
4	11.30	Pre tratamiento	24.1
	12.30	Post tratamiento	24.9
5	12.40	Pre tratamiento	24.6
	13.40	Post tratamiento	23.9
6	13.50	Pre tratamiento	23.3
	14.50	Post tratamiento	23.1

En la tabla 22 se muestra que la temperatura no baja los 23 °C ni excede de los 26 °C, no alterando demasiado los resultados para todas las repeticiones

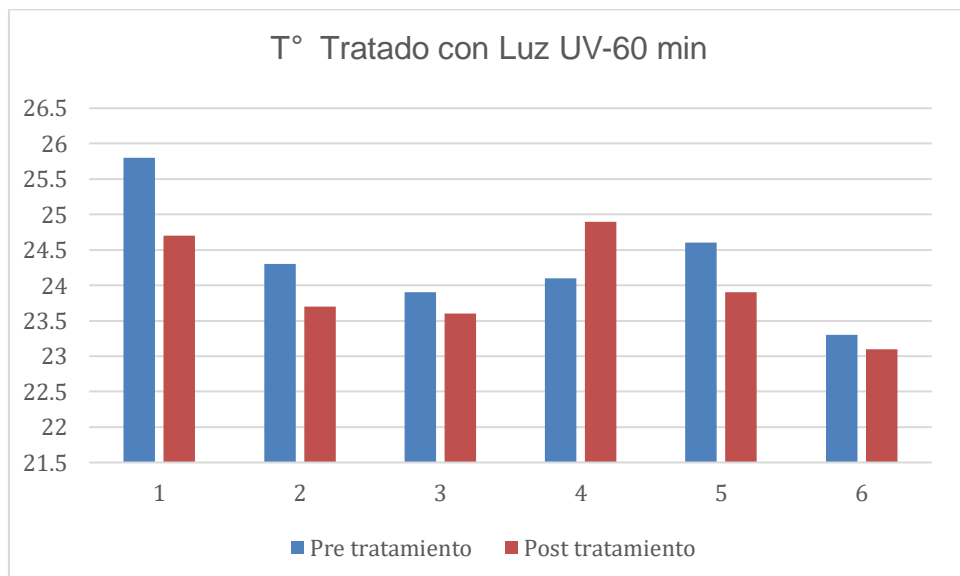


Figura 33. Comparación pre y post tratamiento para Temperatura-60 min

Tabla 23. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Color-60 min

Muestra de agua cont. 50 ml	Hora	Tratamiento con Luz UV	P. Físico
			Color Pt/co
1	8.00	Pre tratamiento	10
	9.00	Post tratamiento	5
2	9.10	Pre tratamiento	10
	10.10	Post tratamiento	5
3	10.20	Pre tratamiento	10
	11.20	Post tratamiento	5
4	11.30	Pre tratamiento	10
	12.30	Post tratamiento	5
5	12.40	Pre tratamiento	10
	13.40	Post tratamiento	5
6	13.50	Pre tratamiento	10
	14.50	Post tratamiento	5

En la tabla 23 se muestra una variación con respecto a la escala Pt/co después del tratamiento

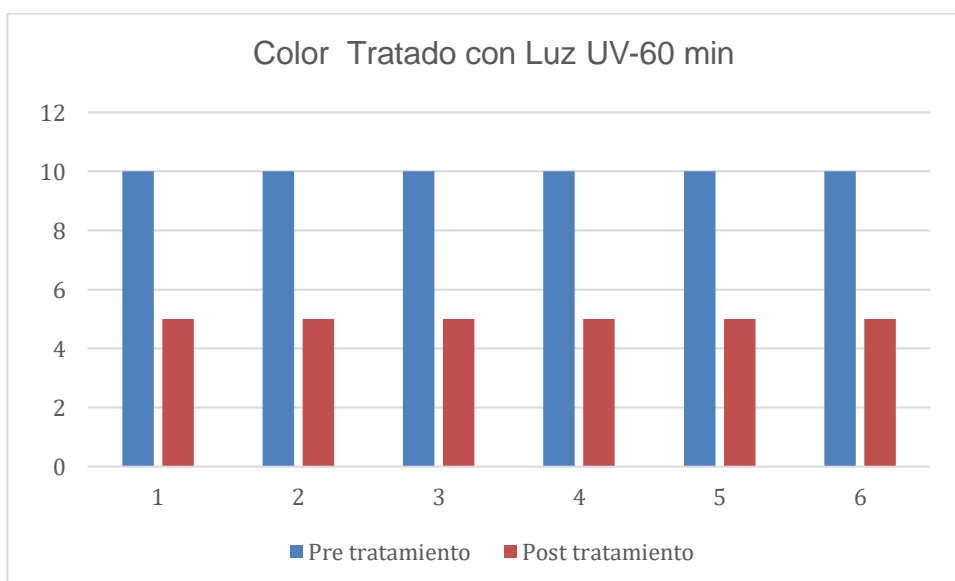


Figura 34. Comparación pre y post tratamiento para Temperatura-60 min

Tabla 24. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Densidad-60 min

Muestra de agua cont. 50 ml	Hora	Tratamiento con Luz UV	P. Físico
			Densidad g/ml
1	8.00	Pre tratamiento	0.01
	9.00	Post tratamiento	0.01
2	9.10	Pre tratamiento	0.01
	10.10	Post tratamiento	0.01
3	10.20	Pre tratamiento	0.01
	11.20	Post tratamiento	0.01
4	11.30	Pre tratamiento	0.01
	12.30	Post tratamiento	0.01
5	12.40	Pre tratamiento	0.01
	13.40	Post tratamiento	0.01
6	13.50	Pre tratamiento	0.01
	14.50	Post tratamiento	0.01

En la tabla 24 podemos observar que la densidad se mantiene igual, no aumenta ni disminuye

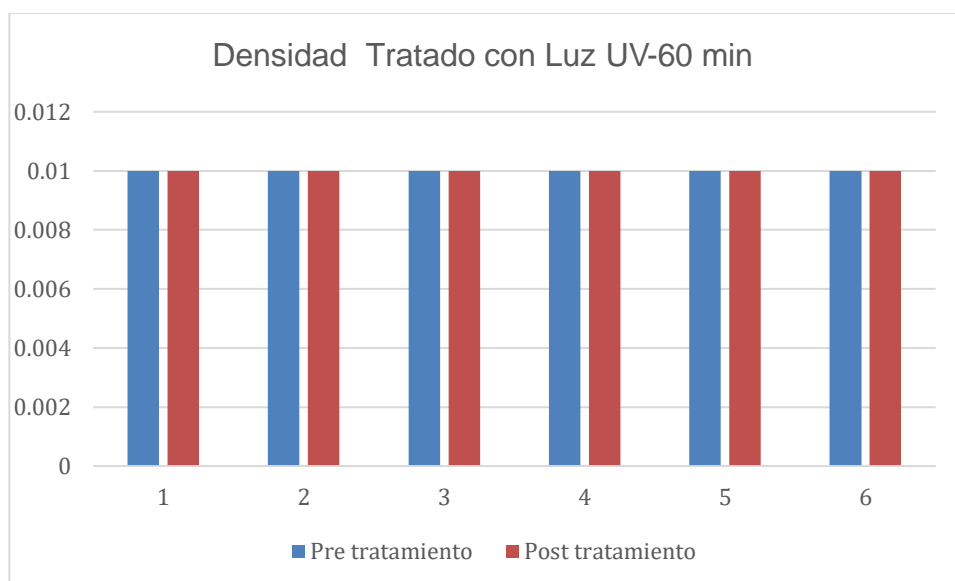


Figura 35. Comparación pre y post tratamiento para Densidad-60 min

4.4 Influencia de la Luz Ultravioleta en los parámetros microbiológicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales

- **Tratamiento luz Ultravioleta- 30 minutos**

Tabla 25. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Coliformes totales-30 min

Muestra de agua cont. 50 ml	Hora	Tratamiento con Luz UV	P. Microbiológicos
			Coliformes totales
			NMP/100ml
1	13.00	Pre tratamiento	2200
	13.30	Post tratamiento	79
2	13.40	Pre tratamiento	2200
	14.10	Post tratamiento	460
3	14.30	Pre tratamiento	2200
	15.00	Post tratamiento	630
4	15.10	Pre tratamiento	2200
	15.40	Post tratamiento	130
5	15.50	Pre tratamiento	2200
	16.20	Post tratamiento	460
6	16.30	Pre tratamiento	2200
	17.00	Post tratamiento	940

En la tabla 25 observamos que la concentración de coliformes baja considerablemente, pero a pesar de que es el mismo procedimiento, las reducciones son irregulares.

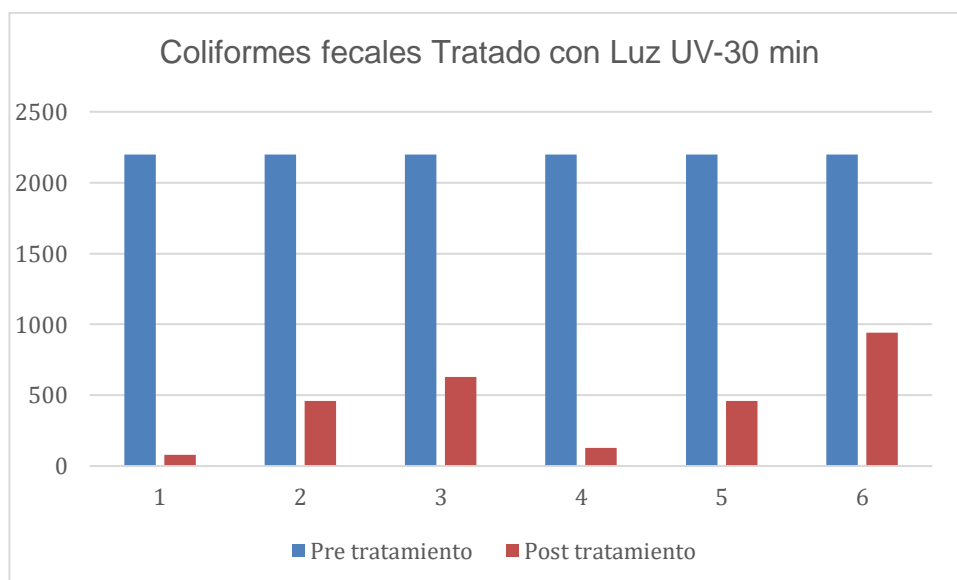


Figura 36. Comparación pre y post tratamiento para Coliformes totales-30 min

- **Tratamiento luz Ultravioleta- 60 minutos**

Tabla 26. Muestra de agua contaminada pre y post tratamiento con radiación ultravioleta para Coliformes totales-60 min

Muestra de agua cont. 50 ml	Hora	Tratamiento con Luz UV	P. Microbiológicos
			Coliformes totales
			NMP/100ml
1	8.00	Pre tratamiento	2200
	9.00	Post tratamiento	<1.8
2	9.10	Pre tratamiento	2200
	10.10	Post tratamiento	<1.8
3	10.20	Pre tratamiento	2200
	11.20	Post tratamiento	<1.8
4	11.30	Pre tratamiento	2200
	12.30	Post tratamiento	<1.8
5	12.40	Pre tratamiento	2200
	13.40	Post tratamiento	<1.8
6	13.50	Pre tratamiento	2200
	14.50	Post tratamiento	4.5

En la tabla 26 podemos observar que todos los tratamientos se redujeron considerablemente hasta <1.8, a excepción del ultimo tratamiento, que puede considerarse un error.

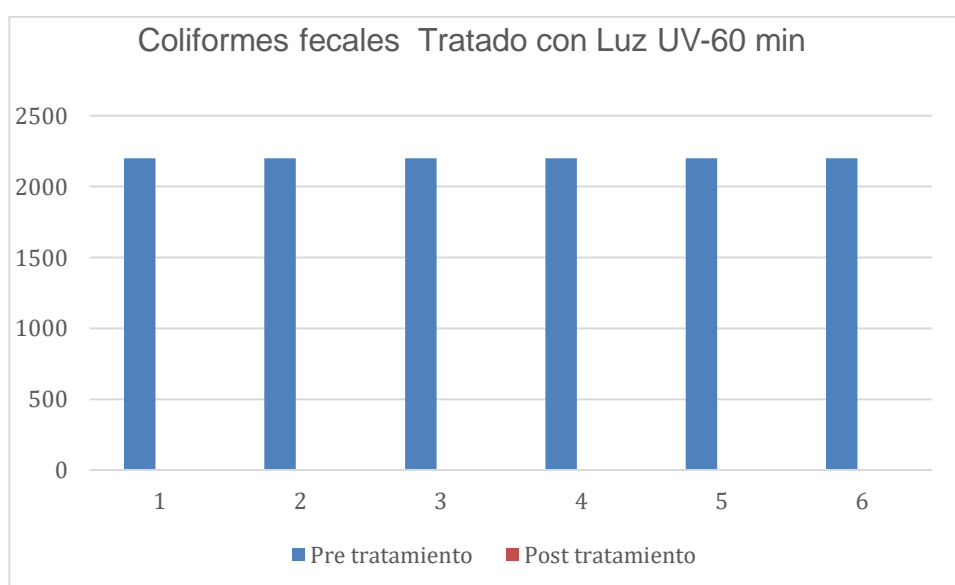


Figura 37. Comparación pre y post tratamiento para Coliformes totales-60 min

4.5 Efectividad de la luz ultravioleta en reducción de coliformes

Para el cálculo de la efectividad del proceso evaluaremos de acuerdo con la cantidad de coliformes fecales iniciales, de este modo obtendremos la efectividad del proceso.

Tabla 27. Efectividad de la Luz Ultravioleta en el tratamiento de coliformes fecales

Flujo Volumétrico	Muestra no Tratada	60 MINUTOS		30 MINUTOS		
		Caudal Max 25 lt/min	Caudal Min 15.5 lt/min	Caudal Max 25 lt/min	Caudal Min 15.5 lt/min	
12 LITROS	2200 NMP/100mL	R1 <1.8	R4 <1.8	R7 79	R10 130	
		R2 <1.8	R5 <1.8	R8 460	R11 460	
		R3 <1.8	R6 4.5	R9 630	R12 940	
		Promedio	99.90%	99.30%	82.30%	76.80%

Según la tabla 27 para la efectividad el proceso a los 60 minutos a 25lt/min y a 12.5lt/min, llega a un 99.9% de efectividad, aun así, el porcentaje de efectividad más bajo es de 76.8%, que corresponde a un tiempo de 30min a un flujo de 12.5lt/min.

4.6 Análisis estadístico

A continuación, se menciona el resumen del análisis estadístico aplicado, (ANOVA) para lo cual se define como:

Variable dependiente:

Concentración. de Coliformes (NMP/100ml)

Variables independientes:

Agua de subsuelo contaminada, tomaremos dos factores para realizar el análisis estadístico:

Flujo (Lt/min)

Bloque (Tiempo)

Número de corridas experimentales: 12

Este procedimiento ejecuta un análisis de varianza de varios factores para concentración de Coliformes. Realiza varias pruebas y gráficas para determinar qué factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre concentración de Coliformes. También evalúa la significancia de las interacciones entre los factores, si es que hay suficientes datos. Las pruebas-F en la tabla ANOVA le permitirán identificar los factores significativos. Para cada factor significativo, las Pruebas de Rangos Múltiples le dirán cuales medias son significativamente diferentes de otras. La Gráfica de Medias y la Gráfica de Interacciones le ayudarán a interpretar los efectos significativos. Las Gráficas de Residuos le ayudarán a juzgar si los datos han violado los supuestos subyacentes al análisis de varianza.

Tabla 28. Análisis de Varianza para concentración de Coliformes

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: Flujo	11023.1	1	11023.1	0.20	0.6671
B: Tiempo	600993.	1	600993.	10.78	0.0095
Residuo	501724.	9	55747.1		
(Total corregido)	1.11374E6	11			

Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual

La tabla ANOVA descompone la variabilidad de concentración de Coliformes en contribuciones debidas a varios factores. Puesto que se ha escogido la suma de cuadrados Tipo III (por omisión), la contribución de cada factor se mide eliminando los efectos de los demás factores. Los valores-P prueban la significancia estadística de cada uno de los factores. Puesto que un valor-P es menor que 0.05, este factor tiene un efecto estadísticamente significativo sobre concentración de Coliformes con un 95.0% de nivel de confianza.

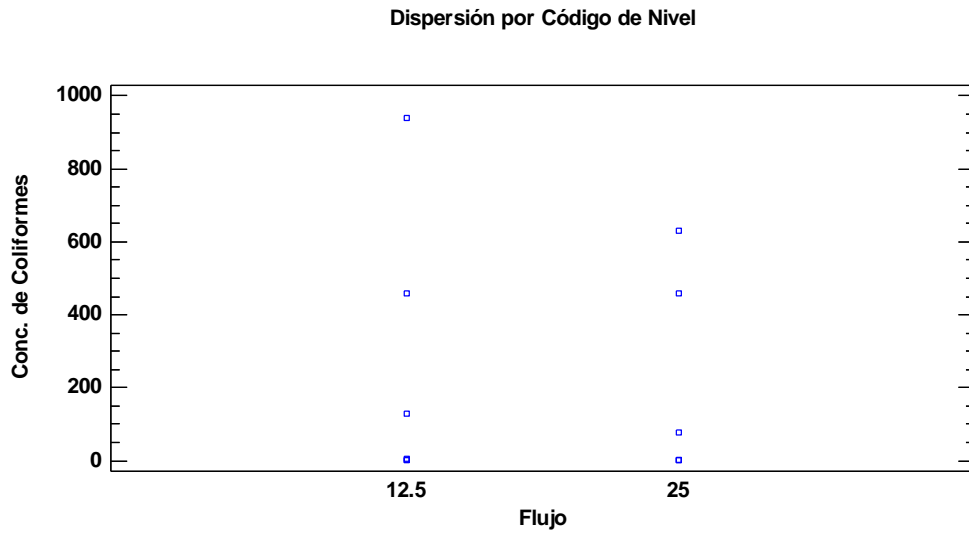


Figura 38. Análisis de la dispersión por código de nivel

En la figura 38 se puede observar los valores obtenidos luego del tratamiento según el flujo que se empleó para el desarrollo del proyecto.

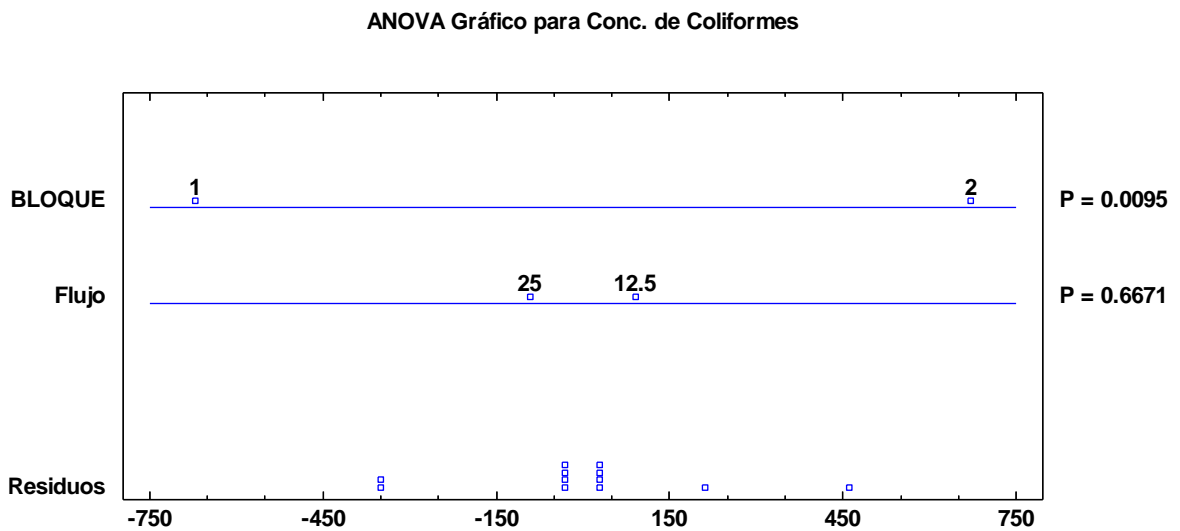


Figura 39: Gráfico sobre la concentración de coliformes

En la figura 39 se puede observar la influencia de las variables sobre la variable respuesta que viene a ser la cantidad de coliformes fecales que se encuentra luego del proceso. Según ANOVA la variable que tiene influencia sobre la variable respuesta, está dada por la temperatura.

V. DISCUSIONES

5.1 Efectividad de la luz UV en el tratamiento de aguas de subsuelo contaminada por coliformes fecales

A partir de los hallazgos encontrados, aceptamos la hipótesis alternativa general que establece que la luz ultravioleta es efectiva como tratamiento de aguas de subsuelo contaminada por coliformes fecales, ya que de la muestra inicial no tratada (2200 NMP/100ml) bajó a <1.8 NMP/100ml para las corridas 1, 2 y 3, demostrando efectividad en un 99,9%, demostrando también que el tiempo y caudal efectivo es el de 60 minutos y 25 lt/min respectivamente. Para las corridas 4 (<1.8 NMP/100ml), 5 (<1.8 NMP/100ml) y 6 (4.5 NMP/100ml) la efectividad fue de 99.3%, teniendo el tiempo de 60 minutos y un caudal de 15,5 lt/min; para las corridas 7 (79 NMP/100ml), 8 (460 NMP/100ml) y 9 (630 NMP/100ml) la efectividad fue de 82.3% siendo el tiempo de 30 minutos y un caudal de 25 lt/min; para la corrida 10 (130 NMP/100ml), 11 (460 NMP/100ml) y 12 (940 NMP/100ml) la efectividad fue de 76.8% siendo el tiempo de 30 min y un caudal de 15.5 lt/min. Estos resultados concuerdan con Perez (2019) quien en su investigación afirma que mediante la lámpara UVC de 254 nm, se obtiene una efectividad del 96.82% para remoción de coliformes totales del agua. (Véliz, 2015) menciona que la eficiencia de la desinfección y reducción de microorganismos patógenos fue considerable, llegando a 81 NMP/100 ml, concluyendo que esta agua puede utilizarse para el riego agrícola sin restricciones. El autor López (2017) en su investigación, también demuestra que existe una efectividad de la luz UV para inactivar a las coliformes fecales presentes en el agua, ya que se cumple el límite permisible por la normal NTE INEN 1 108:2006. Mientras que Sarmiento, y otros (2003) están de acuerdo que usar la radiación UV en un tiempo determinado como 30 a 60 min utilizando un UV de 10W, inactiva las coliformes totales y termotolerantes, siendo efectivo en un 99,89%

5.2 Influencia de la Luz ultravioleta en los parámetros químicos

A partir de los hallazgos encontrados, podemos afirmar que la Luz Ultravioleta influye en los parámetros analizados como son el OD, Ce y el pH. Para el OD en los tiempos de 30 y 60 minutos, este aumentó, llegando a estar dentro de la normativa vigente DS N° 004-2017 MINAM, donde el OD debe ser ≥ 4 mg/l. Para la Ce podemos afirmar que, para el tiempo de 60 minutos, esta baja, pero no llega a estar dentro de lo que exige el DS N° 004-2017 MINAM, donde el Ce debe ser de 2500 uS/cm, para el tiempo de 30 minutos, esta disminuye, pero en una menor proporción comparado a el tiempo de 60 minutos, aun así, no llega a estar dentro de la normativa. Para el pH, los tiempos de 30 y 60 minutos, los valores de este se elevan muy poco, no habiendo mucha diferencia entre ellos, tampoco llegan a cumplir la normativa vigente del DS N° 004-2017 MINAM, donde el pH debe estar dentro de los valores de 6.5 a 8.5, sobrepasándolo. Garcés, y otros (2015) afirma que, para el tratamiento de aguas mediante fotocátalisis, el OD y Ce aumentan ligeramente, pero no hay una significancia en ello, mientras que los valores de pH presentes en el agua antes del tratamiento están dentro de las normas vigentes, pero después del tratamiento, no llegan a tener ningún tipo de variación, pudiendo concluir que no afectan a la investigación

5.3 Influencia de los parámetros físicos

A partir de los hallazgos encontrados, podemos afirmar que la luz ultravioleta no influye significativamente en los parámetros. La T, para los tiempos de 60 minutos y 30 minutos, estos se mantienen dentro del promedio mensual del área donde se realizó el estudio cumpliendo la normal vigente N° 004-2017 MINAM, donde la T debe tener una variación de 3 grados respecto a los resultados obtenidos. Para el color, en los tiempos de 60 y 30 minutos, varió de 10 a 5 en la escala de Hazen o Pt/co, demostrando que la luz ultravioleta si influye positivamente en este parámetro, cumpliendo la norma vigente N° 004-2017 MINAM, donde el color no puede exceder de 100(a) Pt/co y, por último, la densidad no es alterada en ninguno de los tiempos de 30 y 60 min,

manteniéndose igual a antes del tratamiento. Los autores Garcés, y otros (2015) afirman que la temperatura y el color no se ve afectada significativamente, lo que es apoyado por la autora (Roldan, 2019) quien resalta que la T no fue afectada por la luz UV manteniéndose igual a cuando se sacó la muestra inicial.

5.4 Influencia de la Luz ultravioleta en los parámetros

microbiológicos

A partir de los hallazgos encontrados, podemos afirmar que la luz ultravioleta si influye en las coliformes fecales, para el tiempo de 60 min con un caudal de 25 y 15.5 lt/min las corridas fueron superiores al tiempo de 30 minutos con un caudal de 25 y 15 lt/min, aunque se debe resaltar que, para los dos casos, cumplieron con la normativa vigente N° 004-2017 MINAM, donde las coliformes termotolerantes no sobrepasan los 1000 NMP/ml, lo que concuerda con el autor López (2017) quien afirma que la radiación ultravioleta es capaz de inactivar la contaminación microbiológica producida por la presencia de coliformes totales.

VI.CONCLUSIONES

1. Se determinó la efectividad de la luz UV como tratamiento para las aguas de subsuelo con contenido de coliformes, y se concluye que para el diseño experimental trabajado a un tiempo de 60 minutos y a un flujo de 25 lt/min, llegamos a un alto porcentaje de efectividad siendo de 99.9%, también podemos indicar que para un tiempo menor, que el cual fue de 30 minutos y para un flujo de 12.5 lt/min se obtuvo una menor eficiencia la cual fue de 76.8%.
2. Se determinó que, en los parámetros químicos, para los tiempos de 60 y 30 minutos, hay una influencia mínima, en caso del Oxígeno disuelto, aumenta, estando dentro de la normativa vigente, la Conductividad eléctrica es similar y

el Potencial de hidrogeno se ve afectado mínimamente, casi no habiendo diferencia. Por tanto, podemos decir que existe una influencia mínima sobre los parámetros químicos

3. Se determinó que, en los parámetros físicos, para los tiempos de 60 y 30 minutos, la temperatura varía, para cada una de las muestras, ello podría deberse a las diferentes horas en los que se tomó la muestra de agua, el color medido en la escala Hazen, para los tiempos 30 y 60 minutos, baja de 10 a 5, mientras que la densidad no se ve afectada en ningún de los dos tiempos.

4. Se determinó que la Luz UV influye considerablemente sobre las coliformes fecales, siendo un buen tratamiento para el agua contaminada, ya que el mínimo valor registrado fue $<1.8\text{NMP}$ y el máximo fue de 940 NMP, aun así, para los dos casos, se mantiene dentro de la normativa vigente

VII.RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar un barrido de elementos químicos totales presentes en las aguas de subsuelo para poder compararlos con la norma y las necesidades de los vegetales para los que requerirían del agua para su correspondiente riego.

Determinar la capacidad volumétrica de agua de subsuelo que puede tratar el equipo UV, para que con el resultado se pueda escalar y poder tratar una mayor cantidad de agua.

En la presente investigación se usó instrumentación de campo o portátil para medir parámetros químicos como el pH, conductividad, Oxígeno Disuelto, y físicos como la temperatura, se recomienda comprobar las lecturas con equipos propios de laboratorio.

REFERENCIAS

- ACEBEDO, Loreto. 2015. Evaluación de procesos de desinfección (Cloro y UV) en sistemas de tratamiento de aguas servidas descentralizados (Humedales construidos). *Repositorio Institucional Universidad de Concepción* 2015. Disponible en <http://www.eula.cl/giba/wp-content/uploads/2017/09/tesis-loreto-acevedo-2015.pdf>.
- Aquae Fundación. 2015?. Las principales características del agua. *fundación aquae.org*.2015? Disponible en <https://www.fundacionaquae.org/caracteristicas-agua/#:~:text=Las%20cinco%20principales%20caracter%20del,estado%20puro%20es%20completamente%20transparente>
- ARENAS, Gilberto. 2018. Evaluación de la eficiencia en la degradación del cianuro por fotocatalisis homogénea UV-C/H₂O₂ a nivel de Laboratorio. *RENATI*. 2018. Disponible en <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1567984>.
- Banco Mundial. 2014. *El agua en la agricultura*. 2014. <https://www.bancomundial.org/es/topic/water-in-agriculture>.
- CASAL, Jordi y MATEU, Enric. 2003. Tipos de muestreos. *Google académico-cloudfont.net*.2003. Disponible en https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/55524032/TiposMuestreo1.pdf?1515812689=&responsecontentdisposition=inline%3B+filename%3DTIPOS_DE_MUESTREO.pdf&Expires=1611776374&Signature=WQAizMc0ZR5z6c1ZfPcfV2YNfOzDCKpwxeyx4OUSLMGzyeRvtrNAMvtoDWrsTX-zPWSS7XCi0e67.
- EPIFANÍA, Daniel. 2017. Evaluación de coliformes totales y termotolerantes en la quebrada Chocliño con fines de conservación-distrito de La Banda de Shilcayo-2017. *Repositorio Institucional UPeU*. 2017. Disponible en <https://repositorio.upeu.edu.pe/discover>.
- NICOMEDES Teodoro. 2018. Tipos de investigación. *Repositorio usdg.edu.pe*. 2018. Disponible en <http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>.
- FAO. 2015. Perú: Geografía, clima y población. *Fao.org*.2015. Disponible en http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/per/printesp1.stm.

- FERNANDEZ, Lizbeth. 2019. Condiciones de disponibilidad y explotación de agua subterránea en el acuífero de Lurín. *Repositorio Institucional UNALM*.2019. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4080>.
- Fertibox. 2019. Importancia del agua de riego en la agricultura. *Fertibox.net*. 2019. Disponible en <https://www.fertibox.net/single-post/agua-riego>.
- FONTAL, Bernardo. 2005. El Espectro Electromagnético y sus Aplicaciones. *Saber.ula.ve*.2005. Disponible en http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/16746/espectro_electromagnetico.pdf;jsessionid=10A5308B9EB4C5DFDEC35ECCD66370FC?sequence=1.
- GARCÉS, Luis, MEJÍA, Edwin y SANTAMARIA, Jorge. 2015. Fotocatálisis como alternativa para el tratamiento de aguas residuales. *Revista Lasallista de Investigación*. 2015. Disponible en <http://lasallista.edu.co/fxcul/media/pdf/Revista/Vol1n1/083-92%20La%20fotocat%C3%A1lisis%20como%20alternativa%20para%20el%20tratamiento.pdf>.
- GONZALÉS, Dante. 2017. Tratamiento ultravioleta del agua a escala doméstica: sistema de desinfección solar usando la óptica anidólica. *Repositorio Institucional Universidad Politécnica de Cataluña*. 2017. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/108440/TFMDanteGonzalezPerez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- HERANDEZ Sampieri, Roberto, FERNANDEZ Collado, Carlos y BAPTISTA Lucio, Pilar. 2014. *Metodología de la Investigación*. s.l. : McGRAW-HILL, 2014.
- iAgua. 2012. El regadío en Perú.2012. Disponible en [https://www.iagua.es/especiales/regadio-peru.La espectroscopia de reflectancia en el infrarojo cercano \(NIRS\) y sus potencialidades para la evaluación de forrajes](https://www.iagua.es/especiales/regadio-peru.La%20espectroscopia%20de%20reflectancia%20en%20el%20infrarojo%20cercano%20(NIRS)%20y%20sus%20potencialidades%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20de%20forrajes).
- VALENCIAGA, Daily y DE OLIVERA, Eloisa. 2006. 2006, Revista Cubana de Ciencia Agrícola, Vol. 3, pág. 267.
- LOPEZ, Diego. 2017. Tratamiento de agua para el consumo humano con radiación UV, para la inactivación de coliformes. *Repositorio Institucional UTA*.2017. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25149>.

- WRIGTH, H. y CAIRNS, W. 2010. 2010, *Ultraviolet light*, Trojan Technologies Inc, pág. 28.
- MARROQUIN, Roberto. 2012. Metodología de la Investigación. *une.edu.pe*. 2012. Disponible en [http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia de la investigacion.pdf](http://www.une.edu.pe/Sesion04-Metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf).
- MARTINEZ, María. 2016. Estudio de la situación actual de la luz UV en la industria alimentaria y de su posible aplicación: marco legal, usos, percepción del consumidor y diseño de una operación unitaria para planta para especias. *Repositorio Institucional Universidad Argentina de La Empresa* 2016. Disponible en <https://repositorio.uade.edu.ar/xmlui/bitstream/handle/123456789/5891/PFI%20%20Peper%20y%20Martinez.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.
- MONJE, Carlos Augusto. 2011. Metodología de la investigación. *rmipe*. 2011. Disponible en <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Guia-didactica-metodologia-de-la-investigacion.pdf>.
- O'BRIAN, W., HUNTER, J. y HULSEY, J. 1995. *Ultraviolet system desing: past, present and future in proceedings water Quality Technology conference*. s.l. : AWWA, 1995.
- ORDOÑEZ Gálvez, Juan Julio. 2011. *Contribuyendo al desarrollo de una Cultura del Agua y*. Lima, Perú : 2011.
- PEÑALOZA, Tito Ricardo. 2018. Implementación de un prototipo de control de potencia para una lámpara de luz ultravioleta aplicado en el estudio de desinfección de aguas industriales. *repositorio institucional unsa*. 2018. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5133/ELMpepetr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- PEREZ Segura, Papi Webster. 2019. *Antecedentes nacionales*. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo Maria : 2019.
- PEREZ, Alonzo. 2018. Repositorio unsa.2018. Disponible en <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/6290/IIMpemeae.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.

- PLANAS, Oriol. 2019. Rayos Gamma. *energia-nuclear.net*. 24 de 10 de 2019. Disponible en <https://energia-nuclear.net/que-es-la-energia-nuclear/radioactividad/rayos-gamma>.
- POMA, Kenyo. 2016. Eficiencia del sistema de luz ultravioleta fotocatalizada con Dióxido de Titanio como un prototipo para la eliminación de coliformes totales en las aguas de pozo del AA.HH. Márquez, Callao 2016. *RENATI*. 2016. Disponible en <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1206419>.
- RAFFINO, María. 2020. Agua. *Conceptos*. 2020. Disponible en <https://concepto.de/agua/>.
- RAFFO Lecca, Eduardo y RUIZ Lizama, Edgar. 2014. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, s.l., Peru : 2014.
- ROLDAN, Katya. 2019. Eficiencia de lámparas de rayos ultravioleta en la disminución de Coliformes Termotolerantes del efluente de la PTAR Lagunas de San José. *RENATI*. 3 de 10 de 2019. Disponible en <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/624712>.
- ROSSEL, Luis Jhordan. 2019. Radiación ultravioleta-c para desinfección bacteriana (coliformes totales y termotolerantes) en el tratamiento de agua potable. *Scielo*. [En línea] 2019. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2313-29572020000100068&script=sci_arttext.
- S., Gustavo. 2010. Diseños experimentales. *Viref.udea.co*.2010. Disponible en http://viref.udea.edu.co/contenido/menu_alterno/apuntes/ac37-diseno_experiment.pdf.
- SALCEDO, Carlos Hernán. 2013. Diseño de un detector de rayos x y rayos gamma para aplicaciones de radiografía industrial. *Repositorio Institucional Pontificia Universidad Católica del Perú*. [En línea] 2013. Disponible en http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5307/SALCEDO_CARLOS_DISE%c3%91O_DETECTOR_RAYOS_X_GAMMA_APLICACIONES_RADIOGRAFIA_INDUSTRIAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- SARMIENTO, A., GOMEZ, D. y GUERRA, L. 2003. *Revista Energetica*, XXIV, s.l. : 2003. *Sources and applications of ultraviolet radiation*. Phillips, R. 1983. 1983, Academic Press Inc.
- TRIVEÑO, David. 2016. Influencia del agua del río mariño en la calidad del agua del río pachachaca, abancay 2016. *Repositorio Institucional UTA*. 2016.

Disponible en <http://repositorio.utea.edu.pe/bitstream/handle/utea/66/Tesis-Influencia%20del%20agua%20del%20r%C3%ado%20mari%C3%b1o%20en%20la%20calidad%20del%20agua%20del%20r%C3%ado%20pachachaca%2c%20Abancay%202016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- SONNTAG, C. y SCHUCHMANN, H. 1992. 1992, J. Water SRT-Aqua, Vol. 41(2), págs. 67-74.
- VALLEJO, Luis. 2003. *Índice ultravioleta*. 2003. Disponible en <https://intranetua.uantof.cl/crea/INDICE UV PARA PUBLICAR EN.pdf>.
- VARGAS, Luz Maricruz. 2016. Aislamiento e identificación de coliformes totales y coliformes fecales, de aguas de la quebrada corrientillo del centro poblado de zungarococha. *Repositorio Universidad de Iquitos*. 2016. Disponible en http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/4691/Luz_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- VÉLIZ, Raul. 2015. Desinfección del efluente secundario de la planta de agua residual de Ayacucho con Radiación Ultravioleta para su reutilización en riego agrícola. *Repositorio institucional UNSCH*. 2015. Disponible en <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/1094>.
- WIGODSKI, J. 2010. Población y muestra. *Metodología de la Investigación*. 14 de Julio de 2010. Disponible en <http://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-y-muestra.html>.

Anexos

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO I

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Rodolfo Roque Pérez Méndez
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Gerente General Fagsol SAC
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Químico
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Cuaderno de Campo
- 1.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

I. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El instrumento para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación

 SI

-El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

III. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44977607
Telf.: 9458728

Ing. RODOLFO PÉREZ MÉNDEZ
REGISTRO 124253

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO II

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Rodolfo Roque Pérez Méndez
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Gerente General Fagsol SAC
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Químico
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Cadena de Custodia
- 1.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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 para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44977607
Telf.: 945872893

Ing. RODOLFO ROQUE PÉREZ MÉNDEZ
 Registro 144259 - ACO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO III

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Rodolfo Roque Pérez Méndez
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Gerente General Fagsol SAC
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Químico
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de Recolección de datos de la caracterización del agua-parámetros físicos, químicos y microbiológicos
- 1.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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 para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

95%

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44977607
Telf.: 945872893

Ing. Rodolfo Roque Pérez Méndez
Registro 124233

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO IV

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Rodolfo Roque Pérez Méndez
 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Gerente General Fagsol SAC
 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Químico
 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de Recolección de datos de parámetros físicos, químicos y microbiológicos pre y post tratamiento
 1.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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 para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44977607
Telf.: 945872893


 Ing. Rodolfo Roque Pérez Méndez
 Registro 149253

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO V

I. DATOS GENERALES

- 1.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Rodolfo Roque Pérez Méndez
- 1.2. **Cargo e institución donde labora:** Gerente General Fagsol SAC
- 1.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Químico
- 1.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Resumen de datos para análisis estadístico
- 1.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.													X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.													X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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 para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación

 SI

-El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44977607
Telf.: 945872893

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO I

IV. DATOS GENERALES

- 4.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Yimmy Dany Zeballos Lizárraga
- 4.2. **Cargo e institución donde labora:** jefe SSOMA/ C y M Vizcarra SAC.
- 4.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Ambiental
- 4.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Cuaderno de Campo
- 4.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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

VI. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El instrumento para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación

 SI

-El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

VII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44977607
Telf.: 945872893



YIMMY DANY ZEVALLOS LIZARRAGA
Ingeniero Ambiental
CIP N° 238171

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO II

V. DATOS GENERALES

- 5.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Yimmy Dany Zeballos Lizárraga
- 5.2. **Cargo e institución donde labora:** jefe SSOMA/ C y M Vizcarra SAC.
- 5.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Ambiental
- 5.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Cadena de Custodia
- 5.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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		

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

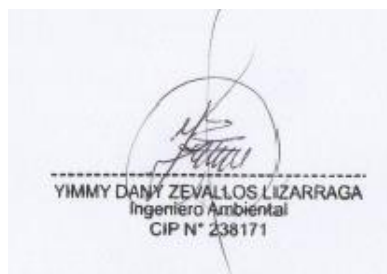
- El instrumento para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

VIII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44977607
Telf.: 945872893



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO III

V. DATOS GENERALES

- 5.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Yimmy Dany Zeballos Lizárraga
- 5.2. **Cargo e institución donde labora:** jefe SSOMA/ C y M Vizcarra SAC.
- 5.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Ambiental
- 5.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de recolección de datos de la caracterización del agua-parámetros físicos, químicos y microbiológicos
- 5.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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	

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

-El instrumento para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación

SI


-El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

VIII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

95%

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44977607
Telf.: 945872893



YIMMY DANY ZEVALLOS LIZARRAGA
Ingeniero Ambiental
CIP N° 238171

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO IV

V. DATOS GENERALES

- 5.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Yimmy Dany Zeballos Lizárraga
- 5.2. **Cargo e institución donde labora:** jefe SSOMA/ C y M Vizcarra SAC.
- 5.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Ambiental
- 5.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de recolección de datos de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos pre y post tratamiento
- 5.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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	

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

 SI

VIII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44977607
Telf.: 945872893



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO V

V. DATOS GENERALES

- 5.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Yimmy Dany Zeballos Lizárraga
- 5.2. **Cargo e institución donde labora:** jefe SSOMA/ C y M Vizcarra SAC.
- 5.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Ambiental
- 5.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Resumen de datos para análisis estadísticos

VI. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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	

VII. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El instrumento para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

VIII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44977607
Telf.: 945872893


 YIMMY DANY ZEVALLOS LIZARRAGA
 Ingeniero Ambiental
 CIP N° 238171

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO I

VIII. DATOS GENERALES

- 8.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Alonzo Eduardo Pérez Méndez
- 8.2. **Cargo e institución donde labora:** jefe de proyectos Fagsol SAC
- 8.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Químico
- 8.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Cuaderno de Campo
- 8.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

IX. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.													X
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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

X. OPINIÓN DE APLICABILIDAD


- El instrumento para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XI. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44038915
Telf.: 995337687


 Mg. Ing. Alonzo Pérez Méndez
 INGENIERO QUÍMICO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO II

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Alonzo Eduardo Pérez Méndez
- 9.2. **Cargo e institución donde labora:** jefe de proyectos Fagsol SAC
- 9.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Químico
- 9.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Cadena de Custodia
- 9.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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 para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación


 SI

-El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

XII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44038915
Telf.: 995337687


 Mg. Ing. Alonzo Pérez Méndez
 INGENIERO QUÍMICO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO III.

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Alonzo Eduardo Pérez Méndez
- 9.2. **Cargo e institución donde labora:** jefe de proyectos Fagsol SAC
- 9.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Químico
- 9.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de recolección de datos de la caracterización del agua-parámetros físicos, químicos y microbiológicos
- 9.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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 para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación


SI

-El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

XII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44038915
Telf.: 99533768



 Mg. Ing. Alonzo Pérez Méndez
 INGENIERO QUÍMICO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO IV

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Alonzo Eduardo Pérez Méndez
- 9.2. **Cargo e institución donde labora:** jefe de proyectos Fagsol SAC
- 9.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Químico
- 9.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Ficha de recolección de los parámetros físico, químicos y microbiológicos pre y post tratamiento
- 9.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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 para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

XII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44038915
Telf.: 99533768



 Mg. Ing. Alonzo Pérez Méndez
 INGENIERO QUÍMICO

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO IV

IX. DATOS GENERALES

- 9.1. **Apellidos y Nombres:** Ing. Alonzo Eduardo Pérez Méndez
- 9.2. **Cargo e institución donde labora:** jefe de proyectos Fagsol SAC
- 9.3. **Especialidad o línea de investigación:** Ing. Químico
- 9.4. **Nombre del instrumento motivo de evaluación:** Resumen de datos para análisis estadísticos
- 9.5. **Autor de instrumento:** Ortiz Ordoñez Stephany Mirelli

X. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.													X	
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.													X	
3. ACTUALIDAD	Está adecuado a los objetivos y 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	Está 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, hipótesis, 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 para su aplicación cumple con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple con los requisitos para su aplicación

SI

XII. PROMEDIO DE VALORIZACIÓN:

Arequipa, 28 de febrero del 2021

DNI: 44038915
Telf.: 995337687


 Mg. Ing. Alonzo Pérez Méndez
 INGENIERO QUÍMICO



FICHA 1: Cuaderno de Campo			
Nombre del Investigador	Stephany Mirelli Ortiz Ordoñez		
Nombre de la Asesora	Mc Sc. Haydeé Suares Alvites		
Ubicación del Area	Distrito	Provincia	Departamento
	Empresa Fagsol		
Cordenadas	N	Zona	
	S	Altitud	
Observaciones			

FICHA 2: Cadena de Custodia

Proyecto: Efectividad de la luz ultravioleta en el tratamiento de agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales para el riego de Tomate Cherry (<i>Solanum lycopersicum</i> var. <i>cerasiforme</i>) en la empresa Fagsol, Arequipa – 2021	
Línea de Investigación	
Nombre del Investigador	Stephany Mirelli Ortiz Ordoñez
Nombre del Asesor	Ms. Sc Haydeé Súares Alvites
Procedencia de la Muestra	
Código de la Muestra	
Tipo de agua	
Parámetros a Analizar	Físicos, Químicos y Microbiológicos
Fecha de muestreo	
Hora de Muestreo	
Ubicación del punto de muestreo	E N



Mg. Ing. Alonzo Pérez Méndez
INGENIERO QUÍMICO



YIMMY DANY ZEVALLOS LIZARRAGA
Ingeniero Ambiental
CIP N° 238171



Ing. Sc. Haydeé Súares Alvites
REGISTRO 142533 – QUÍMICO

FICHA 3:Recolección de datos de la caracterización del agua-parámetros físicos,químicos y microbiológicos							
Muestra 50 mL	Numero de mediciones	Par. Físicos			Par. Químicos		
		Color	Temperatura	Presencia de solidos	Oxígeno disuelto	pH	Conductividad
1	1						
	2						
	3						
2	1						
	2						
	3						
3	1						
	2						
	3						
4	1						
	2						
	3						
5	1						
	2						
	3						
6	1						
	2						
	3						
Parametros Biologicos							
Muestra		Volumen			Concentración de Coliformes		



Mg. Ing. Alonzo Pérez Méndez
INGENIERO QUÍMICO




YIMMY DANY ZEVALLOS LIZARRAGA
Ingeniero Ambiental
CIP N° 238171



Ing. César Augusto Sánchez Méndez
Registro 146259 - QUÍMICO

Ficha 4: Recolección de datos de Parametros físicos, químicos y microbiológicos de agua de subsuelo contamianda por coliformes fecales (Pre y Post Tratamiento)							
Muestra de agua cont. 50 ml	Hora	Tratamiento con Luz UV	P. Físico	P. Quimicos			P. Microbiologicos
			T	OD	Ce	pH	Coliformes totales
			°C	mg/l	uS/cm		NMP/100ml
1		Pre tratamiento					
		Post tratamiento					
2		Pre tratamiento					
		Post tratamiento					
3		Pre tratamiento					
		Post tratamiento					
4		Pre tratamiento					
		Post tratamiento					
5		Pre tratamiento					
		Post tratamiento					
6		Pre tratamiento					
		Post tratamiento					



Mg. Ing. Alonzo Pérez Méndez
INGENIERO QUÍMICO



YIMMY DANY ZEVALLOS LIZARRAGA
Ingeniero Ambiental
CIP N° 238171



Ing. J. J. J. J. J.
REGISTRO 154933

Ficha 5: Resumen de datos para en análisis estadístico

FLUJO VOLUMETRICO	MUESTRA NO TRATADA	60 MINUTOS		30 MINUTOS	
12 LITROS	2200 NMP/100mL				


 YIMMY DANY ZEVALLOS LIZARRAGA
 Ingeniero Ambiental
 CIP N° 236171


 Ing. CIP 124256
 Registro Profesional
 INGENIERO


 Mg. Ing. Alonzo Pérez Méndez
 INGENIERO QUÍMICO
 CIP 124256

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Arequipa, 01 de febrero del 2021

ASUNTO: AUTORIZACIÓN PARA REALIZAR TESIS DE INVESTIGACIÓN

Yo RODOLFO ROQUE PEREZ MENDEZ, identificado con DNI Nro. 44977607, en mi calidad de representante legal de la empresa FAGSOL S.A.C. de RUC. 20456001816, autorizo a la estudiante STEPHANY MIRELLI ORTIZ ORDOÑEZ con Nro. de DNI. 73713901, a utilizar información de la empresa para el desarrollo del proyecto de tesis denominado: **“EFECTIVIDAD DE LA LUZ ULTRAVIOLETA EN EL TRATAMIENTO DE AGUA DE SUBSUELO CONTAMINADA POR COLIFORMES FECALIS PARA FINES AGRICOLAS EN LA EMPRESA FAGSOL, AREQUIPA - 2021”**. Como condiciones contractuales, el estudiante se obliga a (1) no divulgar ni usar para fines personales la información (documentos, expedientes, escritos, artículos, contratos, estados de cuenta y demás materiales) que, con objeto de la relación de trabajo, le fue suministrada; (2) no proporcionar a terceras personas, verbalmente o por escrito, directa o indirectamente, información alguna de las actividades y/o procesos de cualquier clase que fuesen observadas en la empresa durante la duración del proyecto y (3) no utilizar completa o parcialmente ninguno de los productos (documentos, metodología, procesos y demás) relacionados con el proyecto. El estudiante asume que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico.

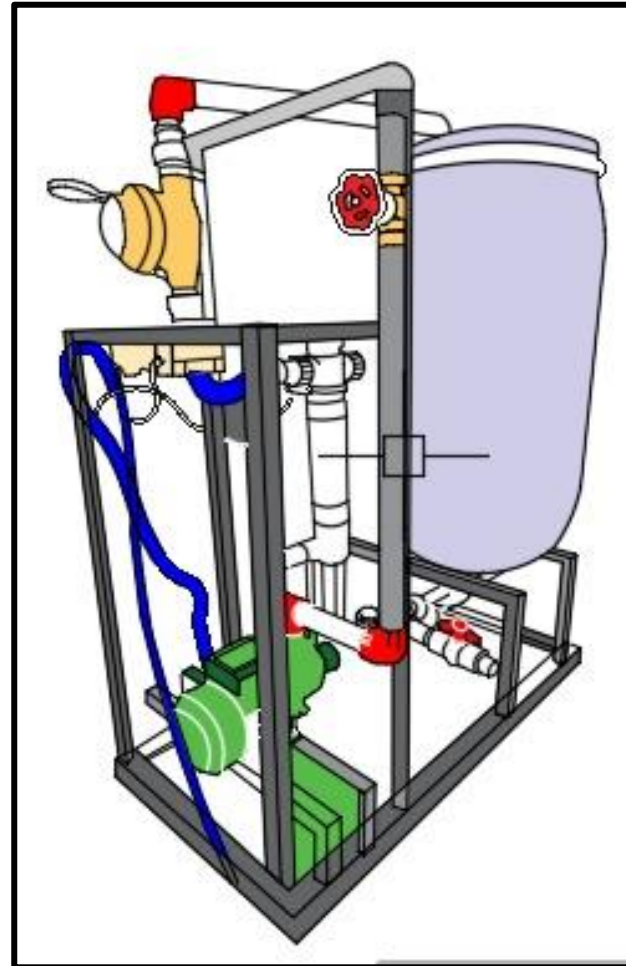
El material suministrado por la empresa será la base para la construcción de un estudio de caso. La información y resultado que se obtenga del mismo podrían llegar a convertirse en una herramienta didáctica que apoye la formación de los estudiantes de la Escuela de Profesional de Ingeniería Ambiental.

Atentamente



Ing. Rodolfo R. Perez Mendez
GERENTE GENERAL
FAGSOL S.A.C.
RODOLFO ROQUE PEREZ MENDEZ
DNI NRO 44977607
GERENTE GENERAL
FAGSOL S.A.C.

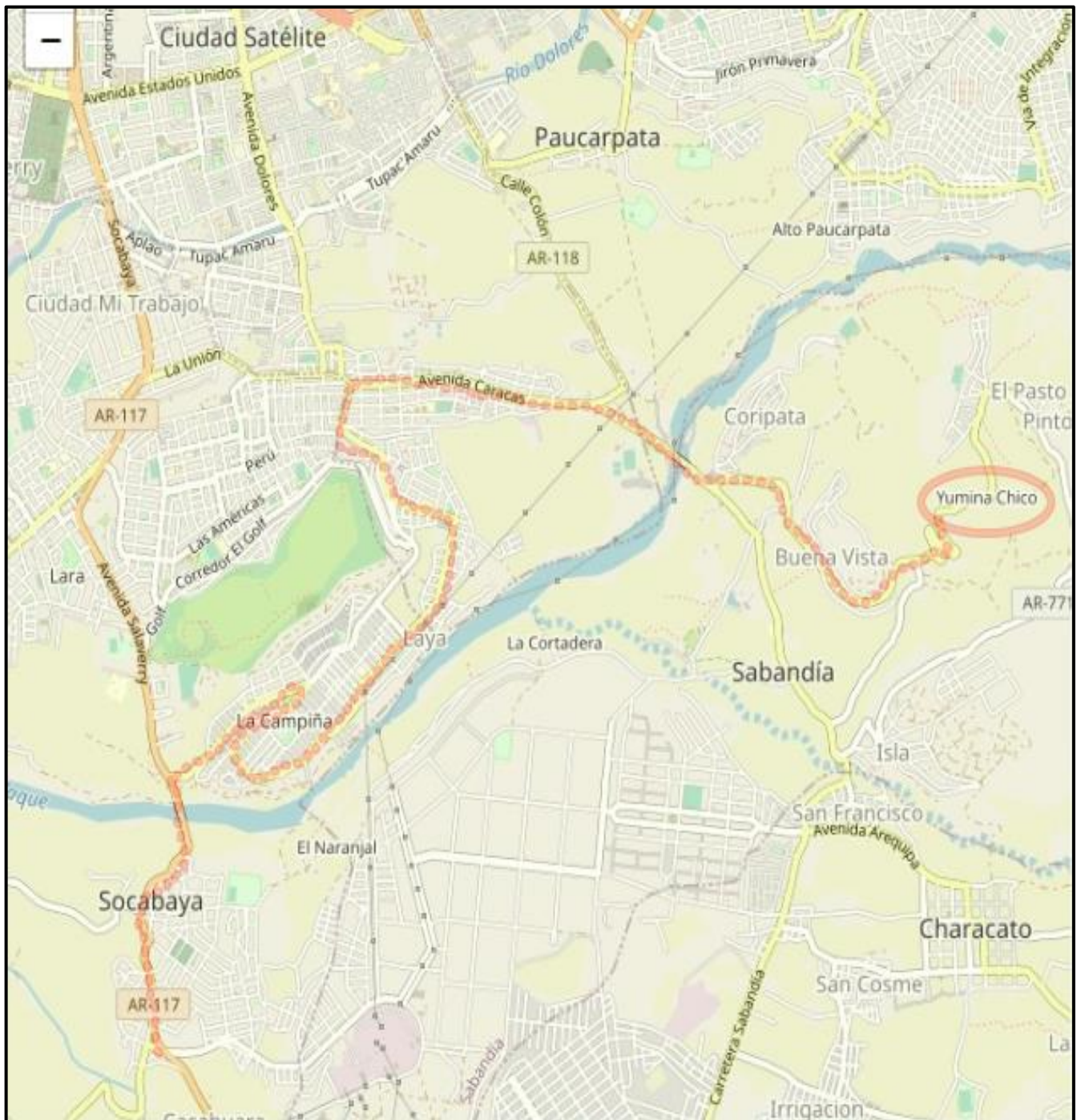
Vista Isométrica del equipo con Luz ultravioleta



Operacionalización de variables					
VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDAS
VARIABLE INDEPENDIENTE Efectividad de la luz ultravioleta	Está establecida como una alternativa ecológica y económicamente viable en el tratamiento o desinfección del agua potable, agua residual y agua industrial, frente al tratamiento o desinfección de productos químicos, teniendo en cuenta que depende mucho de la calidad de agua y los objetivos de desinfección a los que queremos llegar (Vallejo, 2003)	La efectividad de la luz ultravioleta fue evaluada mediante el flujo volumétrico que tenga el tratamiento y es medido con el caudalímetro, esto depende del tiempo del tratamiento (30 y 60 minutos)	Flujo volumétrico	Caudal	l/s
			Tiempo de Tratamiento	Tiempo	Minutos
VARIABLE DEPENDIENTE Agua de Subsuelo luego del tratamiento	El agua de subsuelo es aquella que se encuentra debajo de la superficie básica de la zona saturada, su origen se basa en la lluvia, ya que cuando esta cae al suelo fluye por la tierra y parte de esta agua se filtra hacia el suelo por la zona no saturada (Custodio , y otros, 1976)	Se evalúa 13 muestras de agua de subsuelo, 1 de estas muestras fue enviada al laboratorio para el análisis microbiológico, esto con el fin de saber el nivel de coliformes fecales, mientras que en las 12 muestras restantes se toma muestra de los parámetros físicos y químicos pre y post tratamiento para luego	Parámetros Químicos	Potencial de hidrogeno	pH
				Conductividad eléctrica	$\mu\text{S}/\text{cm}^3$
				Oxígeno disuelto	Mg/l
			Parámetros Físicos	Temperatura	$^{\circ}\text{C}$
				Densidad	g/ml
				Color	Pt/co
Parámetros Microbiológicos	Coliformes Totales	NMP/100ml			

Efectividad de la luz ultravioleta en el tratamiento de agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales para fines agrícolas en la empresa Fagsol, Arequipa – 2021					
PROBLEMA	HIPOTESIS	OBJETIVOS	VARIABLES	DIMENSIONES	METODOLOGIA
<p>Problema general: ¿Cuál es la efectividad de la luz ultravioleta en el tratamiento de aguas de subsuelo contaminada por coliformes fecales para fines agrícolas en la empresa Fagsol?</p>	<p>Hipótesis general: La luz ultravioleta será efectiva en un 100% en el tratamiento en aguas de subsuelo contaminada por coliformes fecales para fines agrícolas en la empresa Fagsol</p>	<p>Objetivo general: Determinar la efectividad de la luz ultravioleta en el tratamiento de aguas de subsuelo contaminada por coliformes fecales para fines agrícolas en la empresa Fagsol</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE</p> <p>Efectividad de la Técnica UV</p>	<p>Luz ultravioleta</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACION Aplicada, cuantitativa</p> <p>DISEÑO: Experimental puro</p> <p>POBLACION Y MUESTRA. Población: Aguas de subsuelo contaminadas por coliformes fecales que pasan por la empresa Fagsol.</p> <p>Muestra: Cantidad de litros de agua de contaminadas por coliformes fecales que pasan por la empresa Fagsol.</p> <p>Muestreo: Muestreo probabilístico aleatorio</p> <p>TECNICA: Observación, experimentación y análisis.</p> <p>INSTRUMENTOS: Ficha de datos</p>
<p>Los problemas específicos: ¿Cuál es la influencia de la luz ultravioleta en los parámetros químicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales?</p>	<p>Hipótesis específicas: La luz ultravioleta influirá en los parámetros químicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales, reduciendo su concentración en menores cantidades</p>	<p>Objetivos específicos: Determinar la influencia de la luz ultravioleta en los parámetros químicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE</p> <p>Agua de subsuelo</p>	<p>Parámetros químicos</p>	
<p>¿Cuál es la influencia de la luz ultravioleta en los parámetros físicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales?</p>	<p>La luz ultravioleta influirá en los parámetros físicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales, reduciendo su concentración en menores cantidades</p>	<p>Determinar la influencia de la luz ultravioleta en los parámetros físicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales</p>		<p>Parámetros físicos</p>	
<p>¿Cuál es la influencia de la luz ultravioleta en los parámetros microbiológicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales?</p>	<p>La luz ultravioleta influirá en los parámetros microbiológicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales, reduciendo su concentración en menores cantidades</p>	<p>Determinar la influencia de la luz ultravioleta en los parámetros microbiológicos del agua de subsuelo contaminada por coliformes fecales</p>		<p>Parámetros microbiológicos</p>	

Sistema de Drenajes en la Ciudad de Arequipa (SENAMHI, 2019)



	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código: F06-PP-PR-0202 Versión: 07 Fecha: 09-03-2021 Página: 1 de 2
---	--	--

Yo, Haydeé Suárez Alvites, docente de la Facultad Ingeniería Ambiental y Escuela Profesional Ingeniería de la Universidad César Vallejo, Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada.

“EFECTIVIDAD DE LA LUZ ULTRAVIOLETA EN EL TRATAMIENTO DE AGUA DE SUBSUELO CONTAMINADA POR COLIFORMES FECALIS PARA FINES AGRICOLAS EN LA EMPRESA FAGSOL, AREQUIPA - 2021”, DE LA ESTUDIANTE ORTIZ ORDOÑEZ STEPHANY MIRELLI, constando que la investigación tiene un índice de similitud de 16% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen un plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Cesar Vallejo.

Los Olivos, 09 de marzo de 2021



.....
Mg. Sc. Ing. Haydeé Suárez Alvites

DNI: 07088154