



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Aplicación de las nanoburbujas aéreas para la reducción del dióxido
de azufre en el aire a nivel laboratorio”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORAS:

Bazán Antonio, Caroline del Rocio (ORCID: 0000-0001-9654-2004)

Salvador Cuya, Michelli Stefani (ORCID: 0000-0002-6147-1637)

ASESOR:

Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo (ORCID: 0000-0003-2526-112X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

Lima – Perú

2021

Dedicatoria

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, porque sin su apoyo incondicional no lo hubiera logrado, a pesar de las dificultades supo sacarnos adelante. A mi padre que desde el cielo me protege y me cuida y sé que está orgulloso de mi. A mi hija mí mayor motivación y la fuerza que me impulsa cada vez que la veo.

Se lo dedico a mi hermano que me motiva a ser mejor persona y a mis familiares por su apoyo brindado tanto física y emocionalmente para poder culminar con éxito mi proyecto de tesis.

CAROLINE DEL ROCIO BAZAN ANTONIO

Dedico de manera especial a mi madre Sonia pues ella fue mi principal motivo en la construcción de mi vida profesional, que formo en mí la responsabilidad y los deseos de superación, y a mi familia, que me brindaron su apoyo incondicional para que esta investigación sea posible.

MICHELLI STEFANI SALVADOR CUYA

Agradecimiento

Agradecemos a Dios, por darnos la vida y guiar nuestros pasos. A nuestro asesor el Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo por habernos guiado para la realización de este proyecto de investigación y habernos brindado la oportunidad de recurrir a sus capacidades y conocimientos, en base a su experiencia y sabiduría; ha sabido direccionar nuestros conocimientos siendo una labor conjunta, mis más sinceros agradecimientos y felicitaciones para lograr todo lo que aquí se presenta.

Nuestra gratitud, también a la Escuela de Ingeniería Ambiental, gracias a cada docente, quienes con sus enseñanzas y su apoyo constituyen la base de nuestras vidas profesionales.

Índice de contenidos

Carátula	
Dedicatoria	iii
Agradecimiento	iv
Índice de tablas	viii
Índice de figura	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1. Tipo y diseño de investigación	16
3.2. Variables y Operacionalización	17
3.3. Población, muestra y muestreo	17
3.4. Técnicas de Instrumento de recolección de Datos, valides y confiabilidad	17
3.5. Procedimientos.....	20
3.6. Métodos de Análisis de Datos	22
IV. RESULTADOS	23
V. DISCUSIÓN.....	45
VI. CONCLUSIONES	48
VII. RECOMENDACIONES	49
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	50
ANEXOS	55

Índice de tablas

Tabla N° 1: Técnicas e Instrumentos	18
Tabla N° 2: Porcentaje de validez de instrumentos.....	20
Tabla N° 3: Características de la concentración de muestras de azufre	23
Tabla N° 4: Resultados antes del tratamiento con las nanoburbujas	24
Tabla N° 5: Descripción del tratamiento - Agua.....	28
Tabla N° 6: Descripción del tratamiento - Aire.....	29
Tabla N° 7: Caracterización de Nanoburbujas	34
Tabla N° 8: Resultados después del tratamiento con las nanoburbujas	35
Tabla N° 9: Resultado de Laboratorio Pre-Pos prueba inicial y final	36
Tabla N° 10: Comparación de análisis de muestras de dióxido de azufre concentración inicial y final.....	36
Tabla N° 11: Prueba de Normalidad Hipótesis Específica 1.....	41
Tabla N° 12: Prueba de Normalidad Hipótesis Específica 2.....	42
Tabla N° 13: Prueba de Normalidad Hipótesis Específica 3.....	42
Tabla N° 14: Resultados estadísticos descriptivos de las medias.....	43
Tabla N° 15: Diferencias emparejadas.....	44

Índice de figura

Figura N° 1: Esquema de un Generador de Nanoburbujas y Microburbujas.....	14
Figura N° 2: Equipo de Generación de Nanoburbujas	21
Figura N° 3: a). Solución captadora del gas de SO ₂ b) Vaciado de la solución captadora	24
Figura N° 4: Sistema de Tratamiento de Nanoburbujas	26
Figura N° 5: Ingreso de nanoburbujas aéreas y el SO ₂ al frasco de 3 bocas	26
Figura N° 6: Recepción de la toma inicial de SO ₂	27
Figura N° 7: Paso del SO ₂ hacia la botella de pyrex y la botella de lavado para ser captado.....	28
Figura N° 8:a) – b) Medición de la Temperatura de las nanoburbujas	31
Figura N° 9: Recepción de una muestra para la caracterización de las nanoburbujas.....	31
Figura N° 10: Tamaño mínimo obtenido de las nanoburbujas.....	32
Figura N° 11: Tamaño de nanoburbujas en una gota.....	33
Figura N° 12: Presentación de la concentración inicial y final del SO ₂ reducido..	37
Figura N° 13: Resultados del porcentaje de la reducción SO ₂	40

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo general demostrar la reducción del dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio con la aplicación de las nanoburbujas aéreas. La metodología utilizada fue pre experimental y de tipo aplicado. Se tomaron 3 muestras iniciales de dióxido de azufre y 3 muestras finales con el tratamiento de las nanoburbujas aéreas en tiempos de 30 minutos, 60 minutos y 90 minutos, así mismo se hizo el procedimiento con las nanoburbujas aéreas tratamiento por agua.

Los resultados obtenidos mostraron que las nanoburbujas aéreas logró reducir la concentración de dióxido de azufre en el aire al minuto 30 en un 64.15% (de 22.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 8.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en el minuto 60 con un 61.81% (de 22.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 8.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en minuto 90 con un 62.05% (de 22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 8.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en la reducción de concentración de dióxido de azufre con las nanoburbujas aéreas por agua al minuto 30 en un 67.24% (de 22.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 7.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), en minuto 60 en un 64.54% (de 22.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 7.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) y en el minuto 90 en un 69.19% (de 22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a 6.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Palabras Clave: Nanoburbujas aéreas, Generación de Nanoburbujas, Dióxido de azufre, Contaminación del aire.

ABSTRACT

The present investigation had the general objective of demonstrating the reduction of sulfur dioxide in the air at the laboratory level with the application of aerial nanobubbles. The methodology used was pre-experimental and applied type. 3 initial samples of sulfur dioxide and 3 final samples were taken with the treatment of the aerial nanobubbles in times of 30 minutes, 60 minutes and 90 minutes, likewise the procedure was done with the aerial nanobubbles treatment by water.

The results obtained showed that the aerial nanobubbles managed to reduce the concentration of sulfur dioxide in the air at minute 30 by 64.15% (from 22.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 8.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), at minute 60 with 61.81% (from 22.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 8.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) and in minute 90 with 62.05% (from 22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 8.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) and in the reduction of sulfur dioxide concentration with the airborne nanobubbles by water at minute 30 by 67.24% (from 22.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 7.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), at minute 60 by 64.54% (from 22.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 7.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) and at minute 90 by 69.19% (from 22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 6.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Key Words: Nanobubbles areas, Generation of Nanobubbles, Sulfur dioxide, Air pollution.

I. INTRODUCCIÓN

El ser humano es parte de la naturaleza, en ella obtiene el aire que respira, los alimentos que consume y el agua que bebe. El desarrollo y el medio ambiente son ineludibles, dos términos ligados, pero el hombre no toma conciencia del daño que genera el medio ambiente, sin tomar en cuenta las consecuencias futuras que puede traer, las diversas actividades para su desarrollo social y económico; unas de las cuales es la contaminación ambiental.

Entre los problemas ambientales que dañan los ecosistemas, están la contaminación del aire, una de las principales causas es las actividades antropogénicas, se sabe en la historia a través de la Revolución Industrial con el surgimiento de nuevos productos económicos modernos, marca un impacto muy importante el antes y el después de las grandes Industrias, dejando un gran impacto ambiental en la atmosfera.

La alteración de los componentes del aire, generados por las actividades antropogénicas o de origen natural, modifican la calidad del aire; estos a su vez generan variaciones en el clima y el desequilibrio de los niveles de radiación terrestre. La gran mayoría de personas relaciona la contaminación del aire con el desarrollo industrial, el aumento del número de automóviles o el uso de combustibles. Sin embargo, este problema ha existido desde sus inicios en nuestro planeta como colisiones, erupciones volcánicas, incendios forestales, tormentas de polvos y arena. (MINAM, 2016).

Uno de los retos que tiene la humanidad es controlar la contaminación ambiental en todo el mundo, los principales problemas ambientales que perjudica a los humanos y al ecosistema es el cambio climático, un cambio que afecta a todos debido a las actividades antrópicas. La contaminación del aire representa una amenaza, según la valoración de la (OMS) la cantidad de enfermedades se debe a la gran contaminación del aire, hay más de dos

millones de muertes que ocurren en los países en desarrollo.

En, 1987, la Oficina Regional para Europa de la OMS publicó las guías para regular la calidad del aire de Europa. A partir de este documento se empezó a regular a nivel mundial la calidad del aire principalmente en las grandes ciudades. Estas han sido mejoradas hasta llegar a la actual Guía de Calidad del Aire de la OMS; la cual establece parámetros mucho más rigurosos sobre la concentración de contaminantes atmosféricos, con el fin de proteger la salud de las personas (Sotomayor et al., 2010, pag. 2).

En el Perú se evidencia gran contaminación de aire afectando mayormente a las zonas urbanas, originadas principalmente por el factor industrial y el parque automotor, derivan en un consumo intenso de combustibles fósiles; al mismo tiempo, la práctica de actividades agrícolas inapropiadas tiene un impacto en la generación de altos volúmenes de contaminantes, los cuales, relacionados con las condiciones ambientales, pueden dañar la salud humana, los ecosistemas y los recursos materiales. (Romero et al., 2006).

En Lima, la capital del Perú con más de diez millones de habitantes, el 80% de la contaminación del aire proviene del parque automotor, y en los últimos 20 años la cantidad de vehículos motorizados se ha incrementado notoriamente (Tapia et al., 2018).

Así como en nuestro país, varias partes del mundo, se refleja la contaminación del aire; es un problema mundial que afecta directamente a la salud de las personas y sobre todo al medio ambiente, este problema global debe ser manejado con una adecuada gestión de la calidad del aire; con la finalidad de proteger la salud humana y el medio ambiente.

En el año 2001 fue aprobado el Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental del Aire, según D.S. 074-2001-PCM; este documento regula actualmente los niveles de Dióxido de Nitrógeno y Dióxido de Azufre en el aire, en nuestro. Además, señala que el monitoreo de la calidad del aire y la evaluación de los resultados en el ámbito nacional es una actividad de carácter

permanente, a cargo del Ministerio de Salud a través de la Dirección General de Salud Ambiental.

Los óxidos más frecuentes en la atmosfera son (SO_2 y SO_3), cuya principal fuente es las actividades antropogénicas, estos óxidos nacen de la combustión de carburante fósil. Varias especies animales, incluidos los humanos, son sensibles al SO_2 . Cuando se inhala, el dióxido de azufre se hidrata con la humedad de las membranas mucosas y representan un riesgo para la salud de los humanos y otras especies animales, ya que hace que los bronquios se estrechen. Según los resultados epidemiológicos de morbilidad, mortalidad o cambios en la función pulmonar en grupos de población sensibles, la Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda que la concentración de SO_2 no supere los $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante un periodo de 24 horas a $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante un año. (Rodríguez et al, 2019).

El dióxido de azufre y otros productos de la combustión, se consideraba un gas incoloro e irritante contaminante del aire, pero en la actualidad se han dado casos de intensas contaminaciones en el aire que sin duda ha aumentado la mortalidad y ciertas enfermedades como la bronquitis aguda, cáncer de pulmón, entre otros.

A pesar de contar con una normativa ambiental y monitoreó sobre la calidad del aire; que regula los niveles de concentraciones de las emisiones atmosféricas, consideramos que no es lo suficiente; así mismo teniendo en cuenta la que la contaminación del aire es uno de los problemas más graves a nivel mundial, siendo este objetivo de nuestro proyecto de investigación, que tiene como finalidad la aplicación de las nanoburbujas aéreas para reducir el dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio y así poder contrarrestar los niveles de contaminación que emite este gas tóxico.

Por lo expuesto se plantea el siguiente **problema general**: ¿En qué medida la aplicación de las Nanoburbujas aéreas permite reducir el dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio?

A si también como **problemas específicos**: ¿En qué medida la concentración inicial del dióxido de azufre varía con la aplicación de las Nanoburbujas aéreas?, ¿En qué medida la concentración final del dióxido de azufre varía con la aplicación de las Nanoburbujas aéreas?, ¿En qué medida el tiempo de reducción del dióxido de azufre varía con la aplicación de Nanoburbujas aéreas?

La siguiente investigación tiene como **justificación social**, la contribución de esta investigación es la reducción de contaminación como el dióxido de azufre en el aire mediante el tratamiento con las nanoburbujas aéreas. El aire generalmente está contaminado principalmente por las grandes industrias, la combustión del petróleo, el parque automotor, por el cual es importante a través de este proyecto de investigación muestra las formas de reducir el nivel de contaminación en el aire y considerar la aplicación de las nanoburbujas como una gran opción, asimismo se presenta la **justificación ambiental** que proporciona algunos métodos para ayudar a reducir los niveles de concentración de dióxido de azufre presentes en el aire mediante la aplicación de nanoburbujas de aire, para observar los cambios de concentración a través de esta tecnología innovadora y limpias, para tratar de comprender nuevos métodos de reducción de dióxido de azufre. El propósito de este estudio es introducir la ocurrencia y los resultados de la reducción del dióxido de azufre a nivel de laboratorio, y las precauciones que se deben tomar al respecto para evitar la contaminación del aire mediante el dióxido de azufre. Porque el aire debe tener una calidad ambiental óptima, logrando una base para un desarrollo sostenible, en beneficio al medio ambiente y la salud de la población, de la misma manera se presenta la **justificación teórica** que tiene como finalidad disminuir el dióxido de azufre presente en el aire a nivel laboratorio, las cuales servirá como guía para futuras investigaciones sobre Nanoburbujas aéreas, de la misma manera se presenta la **justificación practica** la experimentación y el uso de materiales y equipos y para la **justificación metodológica** fue necesaria una la metodología ordenada y sistemática para lograr los objetivos de la presente investigación que los resultados obtenidos generen un nuevo método

de tratamiento en la reducción del dióxido de azufre en el aire.

Esto permite desprender el **objetivo general**: Aplicar las nanoburbujas aéreas para reducir el SO₂ en el aire a nivel laboratorio. Los **objetivos específicos**: determinar la concentración inicial del SO₂ en el aire a nivel laboratorio; determinar la concentración final del SO₂ en el aire a nivel laboratorio; determinar el tiempo de reducción del SO₂ en el aire a nivel laboratorio.

A partir de los objetivos se formula la **hipótesis general**: La aplicación de las nanoburbujas aéreas afecta en la reducción del SO₂ en el aire a nivel laboratorio. Así como las **hipótesis específicas**: Las concentraciones iniciales del dióxido de azufre varían con la aplicación de nanoburbujas aéreas a nivel laboratorio. Las concentraciones finales del dióxido de azufre varían con la aplicación de nanoburbujas aéreas a nivel laboratorio. El tiempo de aplicación de las nanoburbujas aéreas minimiza la reducción del dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio.

II. MARCO TEÓRICO

Custodio (2018) En su investigación, el objeto fue “Impactos ambientales del dióxido de azufre y material particulado (PM2.5) sobre la calidad del aire. Chimbote, 2014-2016”. Con respecto a los resultados los niveles de contaminación del dióxido de azufre y material particulado (PM2.5), en algunos casos superan el valor 25 µg/m³ de material particulado y 250 µg/m³ de dióxido de azufre. Concluyendo que este tiene un impacto negativo en la zona de trabajo, según los estándares de calidad del aire (ECAs).

Fernández (2017) En su investigación de niveles de dióxido de azufre (SO₂) en el aire de la ciudad de tingo maría comparando dos métodos modificados, tuvo como objetivo determinar los niveles de dióxido de azufre por dos métodos modificados en la ciudad de tingo maría, su metodología fue de diseño experimental comparativo, obteniendo como resultados los valores de dióxido de azufre por ambos métodos presentaron excelente correlaciones de

($r^2 > 0.90$) asimismo los métodos de muestreo pasivo y activo presentaron niveles promedios mensuales de SO_2 muy por debajo del límite establecido por los ECAs y la guía OMS.

Maldonado (2017) El título de la investigación es “reducción de la concentración de colorante negro reactivo 5 en agua mediante el uso de las micro nanoburbujas de ozono-aire escala laboratorio”. La metodología es un estudio cuantitativo y es experimental de tipo aplicada, los resultados obtenidos fueron que la concentración inicial es de 100mg/L, 230 mg/L y 530mg/L y la concentración después de tratamiento con las micro nanoburbujas de ozono-aire es 9.05mg/L, 11.01mg/L y 1.08mg/L respectivamente al finalizar el tratamiento.

Valdivia (2017) Investigó la determinación del material particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono en el Centro Poblado el Arenal – Islay. Realizó una metodología cuantitativa. El proyecto se constituyó por tres puntos de monitoreo, en la entrada del centro poblado, en la parte urbana y en la salida de dicho poblado, se utilizó un Hi-vol la cual monitoreaba el (PM10), la cual se obtuvieron como resultados en el punto 01 de 17.76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en el punto 02 de 3.47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el punto 03 de 13.46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la determinación del dióxido de azufre se utilizó como equipo al tren de muestreo de gases, la cual se obtuvo como resultado en los puntos 01, 02 y 03 el resultado fue menor a 13.00 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y por último los resultados en el monóxido de carbono entre el punto 01, 02 y 03 fue menor a 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ como se puede observar los parámetros están dentro de la normativa de calidad de aire.

Macassi (2017) La investigación tiene como título “Comportamiento del sistema de nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los niveles de contaminación de aguas residuales domésticas de la provincia de Concepción”. La metodología que utilizó fue experimental y con respecto a los resultados se evaluó por 5 repeticiones cada 2 horas, lo cual se evidenció una reducción en la hora 8 con un valor de remoción de 79,92%. La remoción se debió a la

inyección de oxígeno del aire dentro de las moléculas de la materia orgánica, acelerando su descomposición.

Menéndez (2017) En su investigación, el título fue “Eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias, lima 2017”. El objetivo fue determinar la eficacia de las micro-nanoburbujas de ozono-aire durante el tratamiento. La metodología que emplearon fue pre-experimental. El resultado que obtuvo fue que evidenciaron una eficiencia de reducción de 79.5% para el BDO5 y para el BQOs a 83.5%.

Yuan et al. (2021) El título de la investigación es “Reducción del contenido de azufre del aceite usado mediante zeolita NaY modificada” consistió en explorar la viabilidad de la reducción del contenido de azufre del aceite de desecho (WO), mediante adsorbente de zeolita NaY modificada a presión ambiental. Se caracterizaron zeolitas Y modificadas y se analizó su eficacia de desulfuración sobre WO que contenía 4.160 ppm de azufre total. Los resultados mostraron que el adsorbente Cu-NaY eliminó el 36,6% del azufre total y la zeolita modificada con Ni-NaY adsorbió el 37,1% del azufre total después de 40 min de exposición a 75 ° C.

Xia et al. (2020) El título de la investigación es “Reducción del SO₂ azufre elemental con materiales de carbono mediante métodos de calentamiento eléctrico y por microondas” en la cual consistió en desarrollar un nuevo proceso para reducir SO₂ a azufre elemental, utilizando materiales de carbono calentados por electricidad y microondas en un sistema experimental de lecho fijo. Los resultados mostraron que el carbón activado de cáscara de coco tiene el mejor efecto de reducción entre los seis materiales de carbón. Con el aumento de la temperatura de reacción, el X_{SO_2} aumentó gradualmente. Sin embargo, la Y_s disminuyó rápidamente a 800 ° C y alcanzó un valor mínimo de solo el 55% a 900 °C. El X_{SO_2} aumentó con el aumento de la relación molar C/S, pero él Y_s mostraron una tendencia diferente según la temperatura de reacción diferente. Comparando los efectos del calentamiento por microondas y el

calentamiento eléctrico en la reducción de SO_2 , se requirió una temperatura mucho más baja para obtener el mismo X_{SO_2} bajo calentamiento por microondas que bajo calentamiento eléctrico. También para el S_s , los resultados obtenidos con el calentamiento por microondas fueron superiores a los del calentamiento eléctrico. Cuando la temperatura de reacción fue de 950°C , X_{SO_2} fue de aproximadamente 98% bajo ambos modos de calefacción. Sin embargo, Y_s bajo calentamiento por microondas fue del 95%, mientras que Y_s bajo calefacción eléctrica fue únicamente del 85%.

Azevedo et al. (2019) En su investigación “Nanoburbujas a granel en las áreas de minerales y medio ambiente: actualización de la investigación y las aplicaciones”. El proceso metodológico fue experimental. Los resultados fueron que la cavitación hidrodinámica parece ser la mejor manera práctica de generar nanoburbujas a alta velocidad, a nivel industrial, empleando bombas centrífugas. La carga superficial de las nanoburbujas, depende del PH, el tipo y la concentración de tensioactivos o polímeros.

Peng et al. (2018) El título de la investigación es “Dinámica de crecimiento de microburbujas en matrices de microcavidades mediante intercambio de disolventes: experimentos y simulaciones numéricas” los resultados demostraron que es efectiva controlar la formación y el crecimiento de microburbujas en la superficie de una cavidad en un área grande. Mediante un simple proceso de intercambio de solventes y simular numéricamente la esencia de este proceso. Investigamos la dinámica de crecimiento indefinido de microburbujas en matrices de cavidades durante el intercambio de solventes. Se aplicaron tasas de flujo de intercambio de disolvente más efectivas. Al mismo tiempo, se activaron más cavidades para que crecieran las microburbujas de la superficie la velocidad de crecimiento de las burbujas disminuyó cuando la concentración de la solución de etanol para el intercambio de disolvente se redujo del 100% al 70%. No se observaron efectos de borde obvios cuando la distancia entre cavidades se incrementó de $13\mu\text{m}$ a $40\mu\text{m}$.

Moltalvo et al. (2018) El título de la investigación es “Eliminación biológica de dióxido de azufre mediante la reducción a sulfuro de hidrógeno mediante *Desulfovibrio desulfuricans*” la metodología consistía en sistema de biorreducción, que permitió generar la cantidad establecida de dióxido de azufre y alcanzar una reducción del 100% en modo por lotes para todas las cargas evaluadas. Con un rango de 15 a 25 mmol de SO₂ generado en el gas fase por litro de medio de cultivo de los biorreactores operados por lotes. Logrando una reducción biológica del 100% después de 192 h para el máximo carga estudiada. De los resultados obtenidos se concluye que el sulfito se utiliza como aceptor de electrones final en este sistema, ya que el aumento del sulfuro. La concentración coincide con el crecimiento exponencial de la biomasa. Y el consumo de lactato como fuente de carbono y energía.

Bahamondes (2016) En su investigación, el objeto fue “Reducción de emisiones de dióxido de azufre: propuesta de giro de carga fría para convertir peirce smith N°1 fundición alto norte”. Se tuvo como objetivo la problemática de las emisiones atmosféricas en reducir y mejorar así como la captura de los gases fugitivos enfocada en la problemática de la metodología de giros a carga fría. Esta metodología pretende cortar el aire de soplo evitando que el oxígeno siga reaccionado con el azufre mediante un baño fundido, el cual se utilizó un flujo de 600 Nm³/min con una presión en línea de toberas mayor a 6 Psi manométricos, mediante un giro volviendo a la posición de soplo, se estimó que la metodología aplica redujo un 37% de las emisiones de SO₂, para esta metodología se llegó a presentar 3 sistemas de implementación (automática, semiautomática y manual) por otro lado menciona que el proyecto permite mejorar y aumentar en un 0.125% la producción de ácido sulfúrico en la captura del SO₂ .

Hernández (2016) Investigó el estudio teórico-experimental de la absorción y reducción catalítica del SO₂ sobre Cr₂O₃/Al₂O₃ en presencia de CH₄ y O₂ a altas temperaturas. Tuvo como objetivo la reducción catalítica de SO₂ sobre superficies de óxido de metales de transición soportados por alúmina en

presencia de metano a altas temperaturas, su metodología fue experimental, dando como resultados que el $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{Al}_2\text{O}_3$ llegó a hacer el absorbente óptimo para el SO_2 , la cantidad de dióxido de azufre absorbido desciende con el incremento de la temperatura (a partir de los 923K) debido a una alteración de la superficie específica causada por las altas temperaturas de trabajo.

Rokni et al., (2016) El título de la investigación es “Reducir la generación de emisiones de dióxido de azufre y óxido de nitrógeno mediante la mezcla y la oxidación de carbones” en la cual tuvo como objetivo examinar la combustión de mezclas de un alto contenido de azufre carbón bituminoso bajo en álcali y carbón de lignito alto en álcali y bajo contenido de azufre en un horno de tubo descendente de laboratorio. Se determinó que, a diferencia del carbón bituminoso, el carbón de lignito retuvo una gran parte de su azufre en su ceniza. Además, determinó que la combustión bituminosa y carbones de lignito permitieron la captura parcial del azufre liberado del primero carbón por los álcalis del segundo carbón, con concomitante retención de los productos sulfatados en las cenizas. Se tuvo como resultado la reducción de las emisiones SO_2 , tanto en aire simulado como limpio y simulado secar una vez a través de condiciones de oxidación, por un total de 60% en todos los entornos de combustión. De este valor, un estimado el 45% puede atribuirse a la mezcla. La reducción antes mencionada del 15% en azufre en fase gaseosa fue explicada por un aumento concomitante de azufre en las emisiones de fase sólida capturadas de la co-combustión de los carbones bituminosos y de lignito. Co-combustión del carbón bituminoso con alto contenido de azufre y el carbón con bajo contenido de azufre.

La contaminación del aire: es la alteración de la calidad del aire, que presenta riesgos significativos en el medio ambiente y la salud. Al cambiar la calidad del aire, afecta el cambio climático, afectando a los ecosistemas y, por tanto, a las especies.

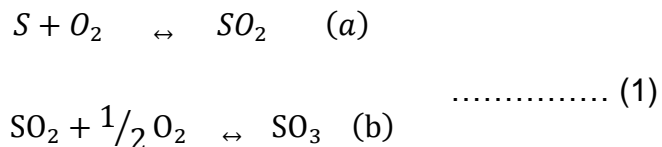
Los principales contaminantes del aire son: el monóxido de carbono, ozono, dióxido de azufre, monóxido de nitrógeno, dióxido de carbono,

Clorofluorocarbonados (CFC), y unas de las causas principales, son originadas por las diversas actividades humanas y naturales tales como: las erupciones volcánicas, deforestación, agricultura, los procesos industriales, la combustión del carbón y del petróleo, el parque automotor que generan el Smog y los agroquímicos.

Dióxido de azufre: “El dióxido de azufre es un gas incoloro, más pesado que el aire, de olor picante, muy irritante y desde 1,1, ppm, muy salubre en agua” (INSHT, 2014, pág. 1).

El dióxido de azufre (SO₂) proviene de las actividades antropogénicas, particularmente por la combustión del carbón y petróleo. Las fuentes móviles, fundiciones, siderurgia, refinerías son algunas de las principales fuentes; en tanto que los volcanes son fuentes naturales. El valor de ECA nacional para SO₂ es de 20µg/m³ (24 horas) coincidente con el Valor Guía de la OMS. Exposiciones en periodos cortos a altas concentraciones pueden producir en la población vulnerable irritación del tracto respiratorio, reacciones asmáticas y afecciones respiratorias (MINAM, 2013, pág. 7).

El SO₂ es liberado a la atmosfera, que contiene grandes cantidades de azufre. Dióxido de azufre es producido durante la combustión, donde el azufre oxida y se trasforma en ácido sulfúrico. La combustión de cualquier tipo de sustancia que contenga azufre producirá SO₂ y SO₃. La cantidad de SO₂ formada siempre será mayor al SO₃, independientemente presente la cantidad de oxígeno, como se muestra en la siguiente formula (a) y (b):



Altas temperaturas el SO_3 es inestable, lo que se traduce en que el equilibrio, en el caso de la segunda reacción, este muy desplazado hacia el dióxido de azufre y el oxígeno en dichas condiciones. Este desplazamiento se hace mucho más notorio, incluso a bajas temperaturas si en el medio existe algún metal que actuará como catalizador (Sotomayor Torres, 2010 pág. 29).

Según la (OMS, 2018) menciona que la contaminación de la atmosfera, significa un daño muy grave, que afecta a países desarrollados o en pleno proceso económico social, se sabe que la contaminación del aire ambiental causa 4,2 millones de muertes en todo el mundo por año, en áreas urbanas y rurales, ante ello la contaminación del aire significa un peligro ambiental muy grave para la salud de la población.

La inhalación del dióxido de azufre y/o del azufre tiene un efecto directo al sistema respiratorio, que puede ocasionar, una inflamación crónica o aguda dependiendo del nivel de exposición. La (OMS, 2018) también menciona que el SO_2 puede dañar el sistema respiratorio y la función pulmonar y causar problemas pulmonares (enfisema bronquitis), cardiovasculares y respiratorias. Así como la inflamación de las vías respiratorias provoca tos, secreción de nasal, exacerbación como el asma, bronquitis crónica. También se eleva la tendencia que las personas puedan contraer infecciones respiratorias. Cuando los niveles de SO_2 más altos, aumentaran las hospitalizaciones por enfermedades pulmonares y cardiovasculares.

Nanoburbujas: Para (Ushikubo et al., 2010, p. 2), “micro y nanoburbujas (en este estudio, denominas “MNB”) presentan características que las hacen especiales en relación con la burbujas ordinarias (macroburujas) debido a su tamaño de diámetro reducido. Algunas ventajas del MNB son su alta área específica (área superficial por volumen) y el alto estancamiento en la fase líquida, que aumentan la disolución del gas”

“Las nanoburbujas son burbujas extremadamente pequeñas, un millón de veces más pequeñas que las pequeñas burbujas visibles. Tienen la capacidad de cambiar las características normales de la agua” (Hempel, 2020).

En los últimos tiempos se ha acuñado un nuevo nombre a las nanoburbujas de burbujas ultra finas que significa literalmente burbujas considerablemente pequeñas. Así que en este trabajo se tratan indistintamente los dos términos. Burbujas con un diámetro menor de 50 micras se comprimen por los iones en la interfaz gas-líquido hasta llegar a un diámetro crítico y las que están por debajo de su diámetro crítico aumentan. Esto se deduce que la concentración de iones en la interfaz gas-líquido aumente, y tanto la presión interna y la temperatura aumentan, lo que conlleva a diversos tipos de fenómenos. (Blanco, 2015, p. 19).

Las burbujas contenidas en un líquido son visibles a los ojos cuando el tamaño de las burbujas es lo suficientemente grande como para verlas, como podemos ver las burbujas en las bebidas carbonatadas o las que provienen del difusor de aire en un tanque de agua (IDEC, 2017).

Para la formación de micro-nano burbujas se necesita un generador, al cual mediante el inyector se introduce aire para la generación de burbujas de aire, las cuales al colapsar se convierten en micro-nano burbujas. Cuando las microburbujas son más pequeñas tienen mayor tiempo de residencia en el líquido y se demoran en subir a la superficie, lo que hace que tengan un mayor contacto con los contaminantes (Pravenn et al., 2012).

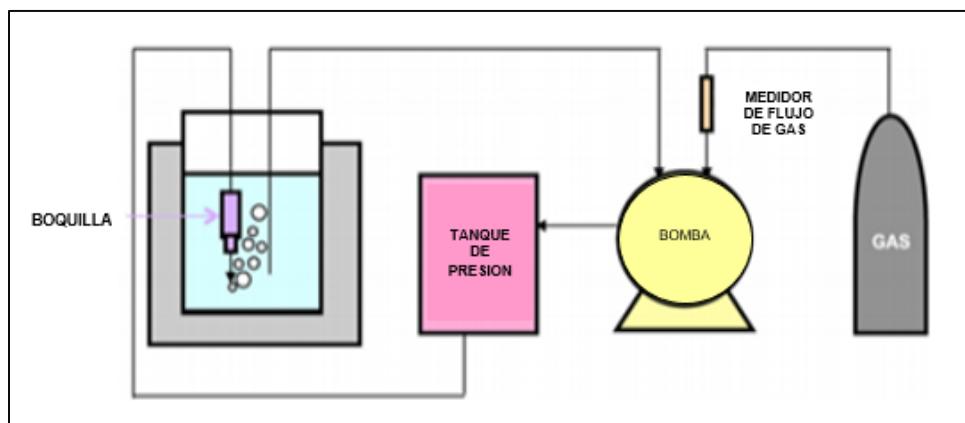


Figura N° 1: Esquema de un Generador de Nanoburbujas y Microburbujas

Fuente: Evidencia de la existencia y estabilidad de nanoburbujas en el agua Pag.31–2010.

“Se considera una microburbujas aquellas burbujas finas con un diámetro de 1 a 100 micras ($1\mu\text{m}$ a $100\mu\text{m}$), la manoburbuja es aquella burbuja fina con diámetro menor a $1\mu\text{m}$ ” (Macassi, 2017, p. 45).

Las burbujas del tamaño de unos pocos milímetros de diámetro muestran una acción superficial visible en un líquido, y la presencia de burbujas finas de decenas de micras de diámetro puede confirmarse con turbidez blanca en un líquido, porque estas burbujas son sustancias dispersantes (IDEC, 2017).

Las burbujas de diámetro más pequeño que una longitud de onda de la luz llamadas burbujas ultra finas y son demasiado pequeñas para verlas. Las burbujas ultra finas tienen muchas otras características notables que las burbujas normales no poseen (IDEC, 2017).

La velocidad de ascenso va a depender de las propiedades físicas de los líquidos. Para microburbujas de $100\mu\text{m}$ de diámetro el número de Reynolds se expresa en $Re = d \cdot v \cdot \rho / \eta$, es casi 1 y su forma es esférica. La velocidad de ascenso cumple la ecuación de Stokes que es aplicable a esferas sólidas (Blanco, 2015, p. 6).

$$v = \frac{\rho g d^2}{18n} \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

- V: velocidad de ascenso
- ρ : densidad del líquido
- g: aceleración de la gravedad
- d: diámetro de la burbuja
- n: viscosidad del líquido

Donde V es la velocidad de ascenso, ρ es la densidad del líquido, g la aceleración de la gravedad, d es el diámetro de la burbuja y n la viscosidad del líquido (Blanco, 2015, p. 6).

Mediante la ecuación de Young- Laplace se hallara la presión interna

Fórmula: $P = Pl + \frac{4\sigma}{db} \dots\dots\dots (3)$

Dónde:

- P: presión de la burbuja
- PL: presión del líquido
- σ : tensión superficial
- db : diámetro de la burbuja

Existen diversas aplicaciones de las nanoburbujas aéreas que abarca diversos campos, en las cuales incluyen el tratamiento de agua por flotación, aprovechamiento del alta específica de nanoburbujas aéreas la esterilización con gas de ozono y los posibles usos en la industria alimentaria para productos de espuma, bebidas carbonatadas y como portador de suplementos nutricionales, en las cuales busca la estabilización de las burbujas. Así como también el uso de nanoburbujas aéreas en agua es muy eficaz en la aceleración del metabolismo de

las hortalizas, mariscos y la producción aerobia de la levadura que aceleran su crecimiento y aumentando el rendimiento de los productos (Ushikubo et al., 2010).

Las burbujas ultra finas tienen características especiales que han atraído la atención de diversas industrias como: la agricultura, química, industrias alimentaria, cosmética y médica (IDEC, 2017).

Así mismo en la actualidad las nanoburbujas tienen un rol muy importante para la ciencia y tecnología, ya que es un mecanismo muy eficiente, su aplicación en diversos campos; industrial, campo ambiental, ingeniería, entre otros.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicativo; para poder emplear las nanoburbujas aéreas para la reducción de SO₂ en el aire a nivel laboratorio.

La investigación aplicada busca la generación de conocimientos con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto (Lozada, 2014, pág.2).

Es una investigación de diseño Pre-experimental, el tipo Pre-Prueba/Pos-Prueba mediante dos grupos:

Este diseño incorpora la administración de pre-pruebas a los grupos que componen el experimento. Los participantes se asignan al azar a los grupos y después se les aplica simultáneamente la pre-prueba; un grupo recibe el tratamiento experimental y otro no (es el grupo de control); por último, se les administra, también simultáneamente, una pos-prueba (Hernández, 2014, pág. 145).

GE: O1-X-02

GE: grupo experimental

O1: medición Previa al Tratamiento (medición de la concentración del dióxido de azufre)

X: Tratamiento (nano Burbujas del aire)

O2: Medición después del Tratamiento (medición de la eficiencia)

3.2. Variables y Operacionalización

- Variable Independiente: Nano Burbujas Áreas
- Variable Dependiente: Reducción de Dióxido de Azufre en el Aire.

Ver (Anexo 02: Cuadro de Operacionalización de variables)

3.3. Población, muestra y muestreo

Población: La población del estudio está comprendida por la muestra de la emisión del $\text{SO}_2\mu\text{g}/\text{m}^3$ generado por el horno a altas temperaturas a nivel laboratorio.

Muestra: Para el presente proyecto de investigación, la población fue conformada por tres muestras representativas de azufre con diferentes concentraciones de 50g, 100g y 150g, las cuales se usaron en tres tiempos diferentes (30, 60 y 90 min).

Muestreo: El tipo de muestreo de la investigación es probabilístico aleatorio simple, las muestras serán analizadas antes y después de la aplicación del tratamiento.

Unidad de Análisis: La unidad de análisis es $1\mu\text{g}/\text{m}^3$ de muestra de SO_2 , generado por el horno, se tendrá en cuenta los Estándares de Calidad Ambiental para Aire (ECA) en especial el parámetro de dióxido de azufre ($\text{SO}_2 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

(Ver Anexo 01: Estandartes de Calidad Ambiental del aire)

3.4. Técnicas de Instrumento de recolección de datos, valides y confiabilidad

Para la presente investigación se empleó la técnica de observación de los datos porque se tomaran las muestras iniciales del dióxido de azufre, revisión documentaria y análisis de la interpretación de los resultados observables.

Los instrumentos que se usaran durante la investigación son los siguientes:

- ✓ Análisis de características de la muestra para la reducción del dióxido de azufre (ver anexo N° 3)
- ✓ Análisis de la aplicación de las nanoburbujas áreas tiempo de tratamiento en la reducción del dióxido de azufre (ver anexo N° 4)
- ✓ Aplicación de tratamiento de las nanoburbujas aéreas en la reducción del dióxido de azufre (ver anexo N° 5)
- ✓ Caracterización de Nanoburbujas (ver anexo 6)
- ✓ Comparación de análisis de muestras de dióxido de azufre concentración inicial y final (ver anexo N°7).

Tabla N° 1: Técnicas e Instrumentos

ETAPA	FUENTE	TECNICA	INSTRUMENTO	RESULTADOS
1. Análisis inicial del dióxido de azufre	Laboratorio	Experimentación	Ficha de análisis de las características de la muestra para la reducción del dióxido de azufre (ANEXO N°3) Cadena de custodia (ANEXO N° 12)	Muestra para el análisis inicial
2. Tratamiento con las Nanoburbujas Áreas para reducir el Dióxido de Azufre a nivel laboratorio.		Experimentación	Análisis de la aplicación de las nanoburbujas áreas tiempo de tratamiento en la reducción del dióxido de azufre (ANEXO N° 4)	Resultados de la muestra inicial de dióxido de azufre analizado – aire y agua

3. Análisis final del dióxido de azufre		Experimentación	Ficha de tratamiento de las nanoburbujas aéreas en la reducción del dióxido de azufre (ANEXO N° 5) Ficha de caracterización de las nanoburbujas (ANEXO N° 6)	Resultados de la muestra final de dióxido de azufre analizado – aire y agua
4. Comparación de los resultados		Experimentación	Ficha comparación de análisis de muestras de dióxido de azufre concentración inicial y final (ANEXO N° 7)	Porcentajes de reducción de dióxido de azufre

Fuente: Elaboración propia

Instrumentos de recolección de datos

- Ficha análisis de las características de la muestra: peso de la muestra, temperatura y peso del recipiente.
- Cadena de custodia: registro de la descripción de cada muestra, parámetro, coordenadas, fecha y hora.
- Informe de ensayo: resultados obtenidos del tratamiento Pre-pos prueba.

Validez del instrumento

La validación de la presente investigación se realizó por el experto y/o juez que cuentan con el grado académico de Doctor y/o Magister, que así mismo pertenecen al Colegio de Ingenieros del Perú. Los cuales se muestran en los anexos, descritos a continuación:

Tabla N° 2: Porcentaje de validez de instrumentos

Expertos de la validación	(%) de Validez
1. Carlos Alberto, Castañeda Olivera	90%
2. Ordoñez Gálvez, Juan Julio	90%
3. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso	95%

Fuente: Elaboración propia

3.5. Procedimientos

Para el desarrollo y aplicación de las Nano burbujas Áreas en la reducción del SO₂ a nivel laboratorio inicialmente se realizará la toma de muestras para observar los niveles de concentración, cumpliendo los objetivos propuestos son los siguientes:

Etapa 1: Análisis inicial del dióxido de azufre

Se realizó el análisis Pre- Prueba del dióxido de azufre primero, se consideró las 6 primeras muestras iniciales, las muestras fueron captadas mediante la solución captadora, la cual se vertiera las muestras; en los frascos de poli estireno ámbar de 150 ml, para cada uno, se realizaron 3 repeticiones con los tiempos (30 minutos, 60 minutos y 90 minutos), que posteriormente fueron llevados a un laboratorio para su respectivo análisis y resultado respectivo.

Teniendo en cuenta el uso de instrumento de registro de la cadena de custodia del laboratorio (Ver Anexo 10: cadena de custodia del laboratorio).

Etapa 2: Tratamiento con las Nanoburbujas Áreas para reducir el Dióxido de Azufre a nivel laboratorio.

Para el tratamiento del SO₂ con las nanoburbujas aéreas, se produjo el SO₂ en el horno con una concentración inicial de M1= 50g de azufre, la cual por combustión generó el SO₂, siendo captada en la trampa de gases que así mismo pasó por el sistema del tratamiento.

Se realizó el mismo procedimiento para la muestra M2 =100g para el segundo tiempo de 60 minutos de tratamiento de las nanoburbujas aéreas en la reducción del SO₂, y el tercer tiempo para la muestra M3=150g para el tercer tiempo de 90 minutos de tratamiento de las nanoburbujas aéreas en la reducción del SO₂.

Se utilizó un sistema de generador de nanoburbujas la cual está patentado por el Dr. Jhonny Valverde Flores. (Ver figura 3), así mismo se usó 12 litros de agua desionizada para la generación de nanoburbujas aéreas. Las nanoburbujas y el dióxido de azufre pasaron a un sistema de captación (frasco de vidrio de 3 bocas), en la cual se realizó el tratamiento con 3 muestras y los 3 tiempos



Figura N° 2: Equipo de Generación de Nanoburbujas

Etapas 3: Análisis final del dióxido de azufre

Para realizar el análisis final Pos-Prueba del tratamiento del dióxido de azufre con la aplicación de las nanoburbujas aéreas.

Se sacaron 3 muestras del dióxido de azufre final en el tratamiento de aire: una muestra del primer tiempo en 30 minutos, la segunda muestra del segundo tiempo 60 minutos, la tercera muestra del tercer tiempo 90 minutos

Se sacaron 3 muestras de concentración final dióxido de azufre, en el paso del tratamiento en agua en dos frascos pyrex con 200 ml de agua desionizada: una muestra del primer tiempo en 30 minutos, la segunda muestra del segundo tiempo 60 minutos, la tercera muestra del tercer tiempo 90 minutos, con un total de 6 muestras finales de Pos-Prueba.

Etapa 4: Comparación de los resultados

Se compararon los resultados obtenidos en la parte inicial (sin nanoburbujas aéreas) y final (con nanoburbujas aéreas) del dióxido de azufre para ver su eficiencia. (Ver anexo N°7)

3.6. Métodos de Análisis de Datos

Investigación Aplicativa: Mediante el programa Excel 2013 se analizaron los gráficos las cuales se generaron tablas y cálculos para obtener un análisis las concentraciones iniciales y finales del dióxido de azufre y así comparar los valores obtenidos.

Diseño Pre-experimental: El diseño pre experimental se realiza a través de la observación, el análisis de las variables dependiente e independiente.

3.7. Aspectos Ético

La investigación está en línea con la ética profesional y los principios fundamentales de la moral social e individual, presentando un proyecto innovador basado en los resultados del laboratorio y fuentes bibliográficas teniendo en cuenta el autor y el año de su publicación para que contribuya a estudios posteriores.

Del mismo modo no se utilizará ningún ser vivo para el presente proyecto de investigación. Con respecto a CONCYTEC, se cumple con el Código Nacional de la Integridad Científica, que tiene como finalidad la adopción de buenas prácticas y la integridad de la investigación científica.

Asimismo, no habrá manipulación alguna de los resultados obtenidos.

IV. RESULTADOS

Etapa 1: Análisis inicial del dióxido de azufre

Se elaboró 3 muestras de azufre a nivel laboratorio con diferentes concentraciones de 50g, 100g y 150g de azufre en polvo, las cuales fueron llevados al horno.

Tabla N° 3: Características de la concentración de muestras de azufre

Muestra	Peso del azufre (g)	Temperatura (°C) de muestra alcanzada	Peso del recipiente (g)
M1	50	123.0	697.58
M2	100	129.5	747.58
M3	150	128.0	797.58

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la tabla N°3: Se observa las características de las concentraciones de la muestra de azufre M1=50g, M2=100g, M3=150g, el peso, la temperatura alcanzada de la muestra.

Se consideró las primeras 6 muestras iniciales (MAI -01, MIA-02, MAI-03, MAG-01, MAG-02, MAG-03), antes del paso del tratamiento con las nanoburbujas aéreas mediante la bomba de aire de 40V; el gas atrapado en la trampa de gases se realizó la captación de las muestras iniciales de SO₂; fueron captadas mediante la solución captadora, se vertió las muestras en los envases respectivos de poli estireno ámbar de 150ml, para cada muestra, las cuales fueron llevados a un laboratorio para ser analizados.



Figura N° 3: a). Solución captadora del gas de SO₂ b) Vaciado de la solución captadora

Interpretación de la Figura N°3: a) y b) Se observa la botella de lavado de gas de 250 ml conteniendo la solución captadora de gases, el cual captará el SO₂ del tratamiento inicial y final.

Se consideró 6 muestras iniciales del paso del tratamiento (Aire - Agua), de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados. (Ver anexo N°8 y N°9: Diagrama de flujo del tratamiento en agua y aire)

Tabla N° 4: Resultados antes del tratamiento con las nanoburbujas

Parámetro	Muestra µg/muestra		
	MAI-01	MAI-02	MAI-03
Dióxido de Azufre (SO ₂)	22.6	22.0	22.4
	MAGI-01	MAGI-02	MAGI-03
	22.9	22.0	22.4

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la tabla N°4: Se observa los resultados de muestras iniciales del paso directo en aire y el paso en agua desionizada, antes del tratamiento con las nanoburbujas aéreas.

Los resultados obtenidos fueron: MAI-01= 22.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, MAI-02=22.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, MAI-03=22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y MAGI-01= 22.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, MAGI-02= 22.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, MAGI-03= 22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Etapas 2: Tratamiento con las Nanoburbujas Aéreas para reducir el Dióxido de Azufre a nivel laboratorio.

Para el tratamiento del SO_2 con las nanoburbujas aéreas se utilizó un sistema de generador de nanoburbujas, se utilizó una compresora de aire con una presión de 30 PSI, una bomba eléctrica de aire de 40v, previamente la trampa de gases estuvo conectado a un frasco de vidrio de 3 bocas para la captación del SO_2 , para el tratamiento respectivo, con el primer tiempo 30 min de tratamiento con las nanoburbujas aéreas y el dióxido de azufre, segundo tratamiento 60 min y el tercer tratamiento 90 min.



Figura N° 4: Sistema de Tratamiento de Nanoburbujas



Figura N° 5: Ingreso de nanoburbujas aéreas y el SO₂ al frasco de 3 bocas

Interpretación de la figura N°4: Se observa el sistema de tratamiento de nanoburbujas para la reducción del SO_2 , consta por el quipo generador de nanoburbujas (EGN), Tuvo refrigerante (TR), (a) la trampa de gas, (b) frasco de 3 bocas, (c) 2 botellas de lavado de gas y (d) dos bombas de aire, el primero para absorber el SO_2 el segundo para bombear las nanoburbujas áreas generadas por el equipos, así mismo un sistema de conexiones para el paso del SO_2 y las nanoburbujas hacia la botella de 3 bocas para su tratamiento y finalmente a la botella de lavado de gas que contenía la solución captadora de gas.

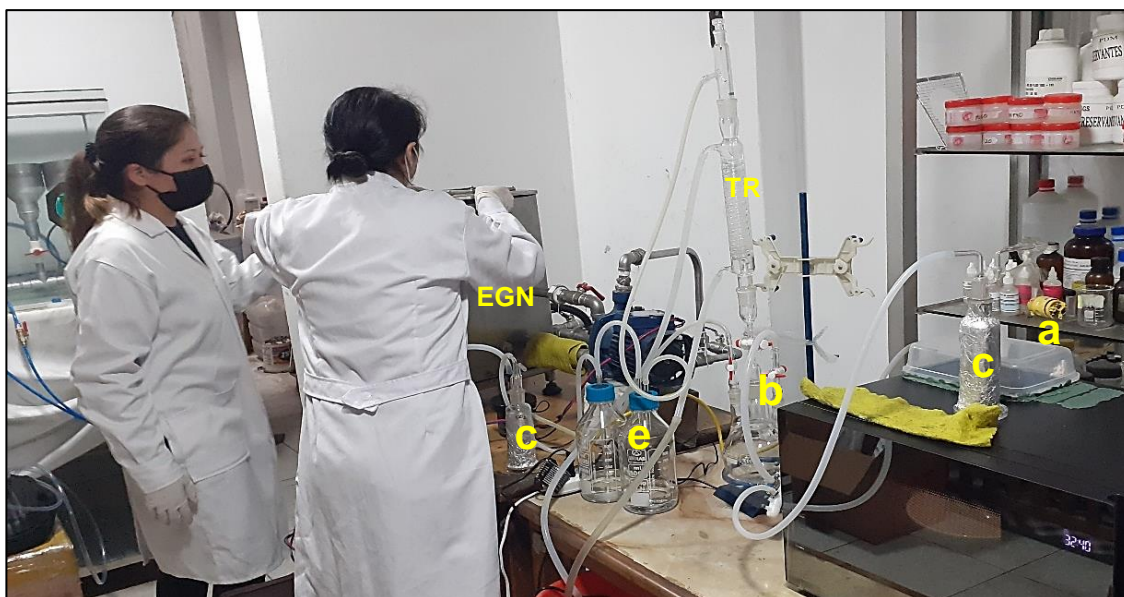


Figura N° 6: Recepción de la toma inicial de SO_2

Interpretación de la figura N°6. Al igual que la figura N°4 se observa el sistema de tratamiento de nanoburbujas para la reducción del SO_2 , consta por el quipo generador de nanoburbujas (EGN), Tuvo refrigerante (TR), (a) la trampa de gas, (b) frasco de 3 bocas, (c) 2 botellas de lavado de gas, dos frascos para medios de cultivo de Pyrex que contiene agua desionizada (e), dos bombas de aire (d); el primero para absorber el SO_2 el segundo para bombear las nanoburbujas áreas generadas por el equipos, así mismo un sistema de conexiones para el paso del SO_2 y las nanoburbujas hacia la botella de 3 bocas para su tratamiento, después de su tratamiento el paso por las dos botellas de pyrex que contiene agua desionizada para una mayor captación de SO_2 ; finalmente el gas tratado fue captado en la

botella de lavado de gas que contenía la solución captadora de gas. Así como se muestran en la figura N°7.



Figura N° 7: Paso del SO₂ hacia la botella de pyrex y la botella de lavado para ser captado

Tabla N° 5: Descripción del tratamiento - Agua

Muestra	Descripción del tratamiento	Tiempo de ingreso al tratamiento		Tiempo total de tratamiento con las nanoburbujas en la reducción del SO ₂
		Fecha	12-06-2021	
		Hora inicial	Hora final	
MAI-01	Ingreso de SO ₂ al frasco de 3 bocas	9:00 am	9:10 am	30 min
	Ingreso de las nanoburbujas al frasco de 3 bocas	9:10 am	9:20 am	
MAF-01	Toma de muestra final después del tratamiento		10:50 am	
MAI-02	Ingreso de SO ₂ al frasco de 3 bocas	10:00 am	10:10 am	60 min
	Ingreso de nanoburbujas al	10:10 am	10:20 am	

	frasco de 3 bocas			
MAF-02	Toma de muestra final después del tratamiento		11:20 am	
MAI-03	Ingreso de SO ₂ al frasco de 3 bocas	13:00 am	13:10 am	90 min
	Ingreso de nanoburbujas al frasco de 3 bocas	13:10 am	13:20 am	
MAF-03	Toma de muestra final después del tratamiento		15:35 pm	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la tabla N°5: Se observa la descripción del tratamiento del paso en agua el ingreso del SO₂ al frasco de 3 bocas y el ingreso de las nanoburbujas al frasco de 3 tres bocas, el tiempo de ingreso de ambos fue de 10 minutos, el tiempo de tratamiento fue en 3 tiempos, el primer tiempo de 30 min, el segundo de 60 min, el tercero de 90 min, posteriormente se dio el paso por dos frascos pyrex con 200ml de agua desionizada; posteriormente se capturo la muestra final del tratamiento; mediante la solución captadora que posteriormente ser llevado al laboratorio para respectivo análisis.

Tabla N° 6: Descripción del tratamiento - Aire

Muestra	Descripción del tratamiento	Tiempo de ingreso al tratamiento		Tiempo total de tratamiento con las nanoburbujas en la reducción del SO ₂
		Fecha	13-06-2021	
		Hora inicial	Hora final	
MAGI-01	Ingreso de SO ₂ al frasco de 3 bocas	10:00 am	10:10 am	30 min
	Ingreso de nanoburbujas al frasco de 3 bocas	10:10 am	10:20 am	

MAGF-01	Toma de muestra final después del tratamiento		11:50 am	
MAGI-02	Ingreso de SO ₂ al frasco de 3 bocas	12:00 am	12:10 am	60 min
	Ingreso de nanoburbujas al frasco de 3 bocas	12:10 am	12:20 am	
MAGF-02	Toma de muestra final después del tratamiento		13:20 am	
MAI-03	Ingreso de SO ₂ al frasco de 3 bocas	14:00 am	14:10 am	90 min
	Ingreso de nanoburbujas al frasco de 3 bocas	14:10 am	14:20 am	
MAF-03	Toma de muestra final después del tratamiento		16:35 pm	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la tabla N°6: Se observa la descripción del tratamiento del paso en aire, el ingreso del SO₂ al frasco de tres bocas y el ingreso de las nanoburbujas al frasco de tres bocas, el tiempo de ingreso de ambos fue de 10 minutos, el tiempo de tratamiento fue en 3 tiempos, el primer tiempo de 30 min, el segundo de 60 min, el tercero de 90 min, posteriormente se capturo la muestra final del tratamiento; mediante la solución captadora que posteriormente ser llevado al laboratorio para respetivo análisis.



Figura N° 8:a) – b) Medición de la Temperatura de las nanoburbujas



Figura N° 9: Recepción de una muestra para la caracterización de las nanoburbujas

Luego de haber tratado el dióxido de azufre con las nanoburbujas, se obtuvo los siguientes datos.

Tamaño de las micro-nano burbujas

Para conocer la caracterización de la nanoburbujas se utilizan diversos métodos y equipos, como es el método de la luz dinámica, ya que el microscopio óptico o el

microscopio SEM (Scanning Electron Microscope), dificultan el poder visualizar y realizar las mediciones, es por ello que se utilizó un microscopio triocular modelo BM-120T-Luz LED, así mismo con una cámara de 5 megapíxeles, con un aumento de 40x, con la ayuda del software Digitalcam.lik de la cámara, se consideró una muestra de agua del equipo generador de nanoburbujas, con la ayuda de un gotero se extrajo una gota de muestra, en la cual se obtuvo un promedio de 15 micro-nano burbujas con distintos diámetros.

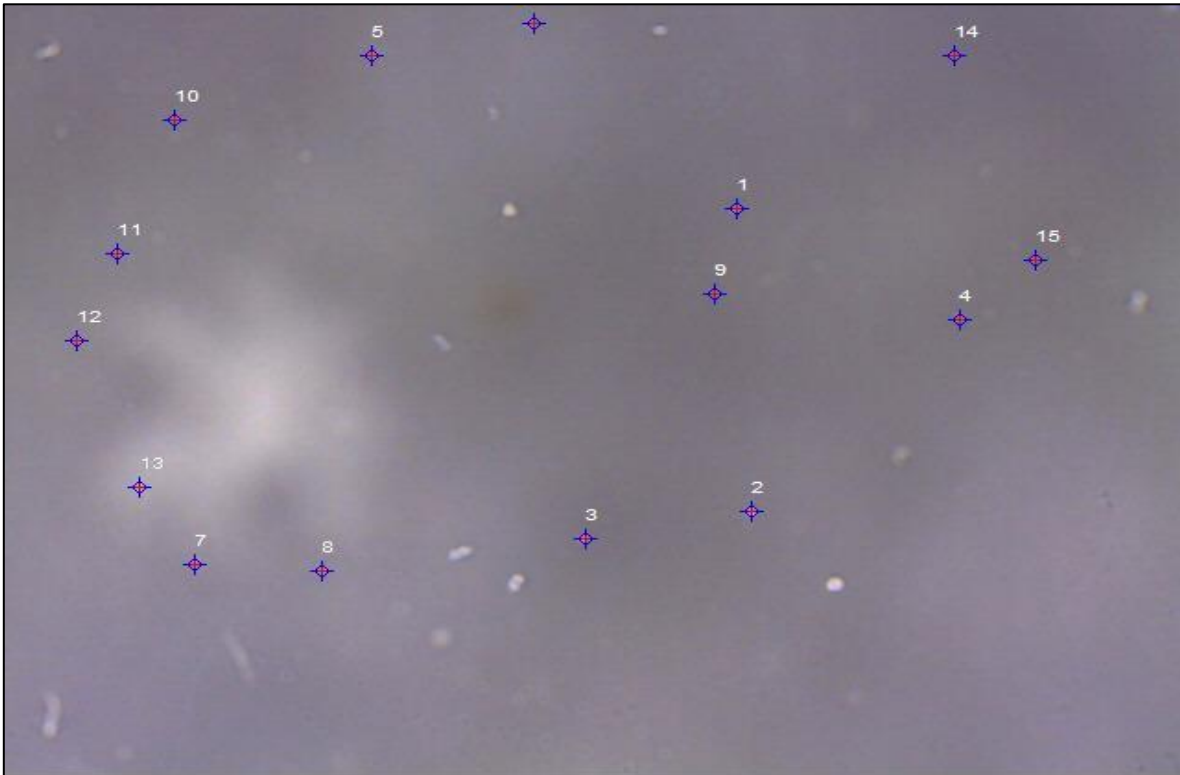


Figura N° 10: Tamaño mínimo obtenido de las nanoburbujas

Fuente: Elaboración Propia

Interpretación de la figura N°10: Se observa la cantidad promedio de nanoburbujas presentes en una gota; vista desde un microscopio triocular mediante el software Digitalcam.lik de la cámara digital, la cual se observa un promedio de 15 nanoburbujas presentes en una gota.

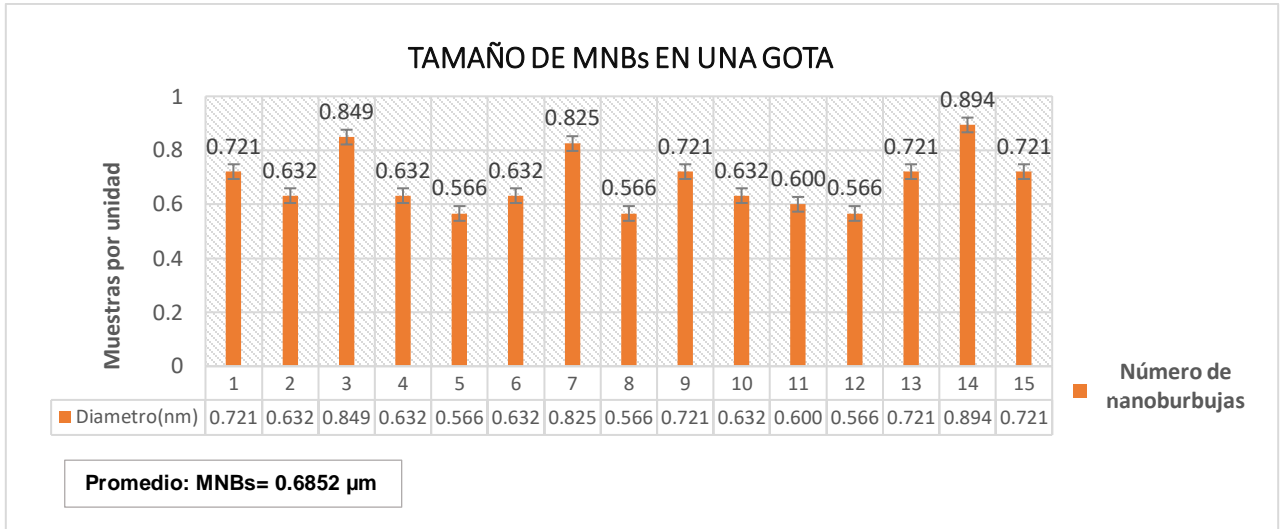


Figura N° 11: Tamaño de nanoburbujas en una gota

Fuente: Excel 2013

Interpretación de la figura N°11: Se observa el tamaño y cantidades de nanoburbujas presentes en una gota de agua, la cual se obtuvo un promedio de 0.6852 μm.

Para hallar la velocidad de ascenso se calculó mediante la siguiente ecuación N°2 reemplazamos:

$$V = \frac{Pgd^2}{18n} \dots\dots\dots (2)$$

Dónde:

V: velocidad de ascenso = (x)

p: densidad del líquido = 998.2 kg/m³

g: aceleración de la gravedad = 9.8 m/s²

d: diámetro de las burbujas = 0.6852

n: viscosidad del líquido = 1.005x10⁻³m³/s

$$V = \frac{998.2 \text{ kg/m}^3(9.8 \text{ m/s}^2)(0.6852)}{18(1.005 \times 10^{-3} \text{ m/s}^2)}$$

$$V = 2538 \text{ m/s}$$

Mediante la ecuación de Youg- Laplace se calculó la presión interna:

$$\text{Fórmula: } P = Pl + \frac{4\sigma}{db} \dots\dots\dots (3)$$

Para hallar la presión interna se calculó mediante la siguiente ecuación N°3 reemplazamos:

$$p.g.h = 998.2 \frac{kg}{m^3} \times 9.8 \frac{m}{s^2} \times 0.7m = 6842.86pa = 0.0657atm$$

σ : tensión superficial = 0.728 N/m

db : diámetro de la burbuja = 0.6852 μ m

$$P = 0.0657 + \frac{4(0.0728 \frac{N}{m})}{0.6852}$$

$$P = 0.0675 + 0.4249$$

$$P = 0.4924atm$$

Se concluye que la presión interna de las micro-nanoburbujas es de 0.4924 atm.

Tabla N° 7: Caracterización de Nanoburbujas

Caracterización de Nano burbujas Aéreas	
Características	Datos
Diámetro de la burbuja (m):	0.6852
N° de burbujas en una gota (unid):	15 unidades
Presión interna (atm):	0.4924 atm
Velocidad de ascenso (m/s):	2538 m/s
Temperatura (°C):	20.6°C

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la tabla N°7: Se observa la caracterización de la nanoburbujas el diámetro promedio de la nanoburbujas, el número de burbujas en una gota, la presión interna, la velocidad de ascenso y la temperatura.

Eta3: Análisis final del dióxido de azufre

Se llevaron analizar las 12 muestras de dióxido de azufre, con los frascos de la

solución captadora; las cuales fueron 6 muestras de concentraciones iniciales, 6 muestras de concentraciones finales.

Las 6 muestras de concentración final después del tratamiento con las nanoburbujas aéreas se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla N° 8: Resultados después del tratamiento con las nanoburbujas

Parámetro	Muestra $\mu\text{g}/\text{muestra}$		
Dióxido de Azufre (SO₂)	MAF-01 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MAF-02 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MAF-03 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	8.1	8.4	8.5
	MAGF-01 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MAGF-02 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MAGF-03 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
	7.5	7.8	6.9

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la tabla N°8: Se observa los resultados de muestras finales tomadas después del tratamiento fue MAF-01= 8.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, MAF-02=8.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, MAF-03=8.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y (MAGF-01= 7.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, MAGF-02= 7.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, MAGF-03= 6.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) paso del tratamiento final en agua.

Etapa 4: Comparación de los resultados

Se comparó los resultados obtenidos de las muestras; en la parte inicial (sin nanoburbujas aéreas) y de las muestras final (con nanoburbujas aéreas) del dióxido de azufre para ver la eficiencia del tratamiento.

Tabla N° 9: Resultado de Laboratorio Pre-Pos prueba inicial y final

Tratamientos		Concentración inicial ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Concentración Final ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Tiempo (minutos) de tratamiento con las nanoburbujas aéreas en la reducción del SO ₂
		Aire	Agua	Aire	Agua	
Muestra inicial : 50 g						30
Primer tratamiento	Tiempo 1-10min	22.6	22.9	8.1	7.5	
	Tiempo 2-10min					
	Tiempo 3-30min					
Muestra inicial : 100 g						60
Segundo tratamiento	Tiempo 1-10min	22.0	22.0	8.4	7.8	
	Tiempo 1-10min					
	Tiempo 3-60min					
Muestra inicial : 100 g						90
Tercer tratamiento	Tiempo 1-10min	22.4	22.4	8.5	6.9	
	Tiempo 2-10min					
	Tiempo 3-90min					

Fuente: Elaboración propia

Interpretación de la tabla N°9: Se observa el resultado de las concentraciones iniciales y finales, el paso en aire directo y el paso en agua des ionizada, el tiempo de ingreso del dióxido de azufre y el tiempo de ingreso de las nanoburbujas, el tiempo de tratamiento con las nanoburbujas en los 3 tiempos.

Tabla N° 10: Comparación de análisis de muestras de dióxido de azufre concentración

inicial y final

Tipo de Muestra	Código de punto de muestra	Concentración inicial ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentración Final ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Muestra en aire -1	MAI-01; MAF-01	22.6	8.1
Muestra en aire - 2	MAI-02; MAF-02	22.0	8.4
Muestra en aire -3	MAI-03; MAF-03	22.4	8.5
Muestra en agua - 4	MAGI-01; MAGF-01	22.9	7.5
Muestra en agua - 5	MAGI-02; MAGF-02	22.0	7.8
Muestra en agua - 6	MAGI-03; MAGF-03	22.4	6.9

Fuente: Elaboración propia

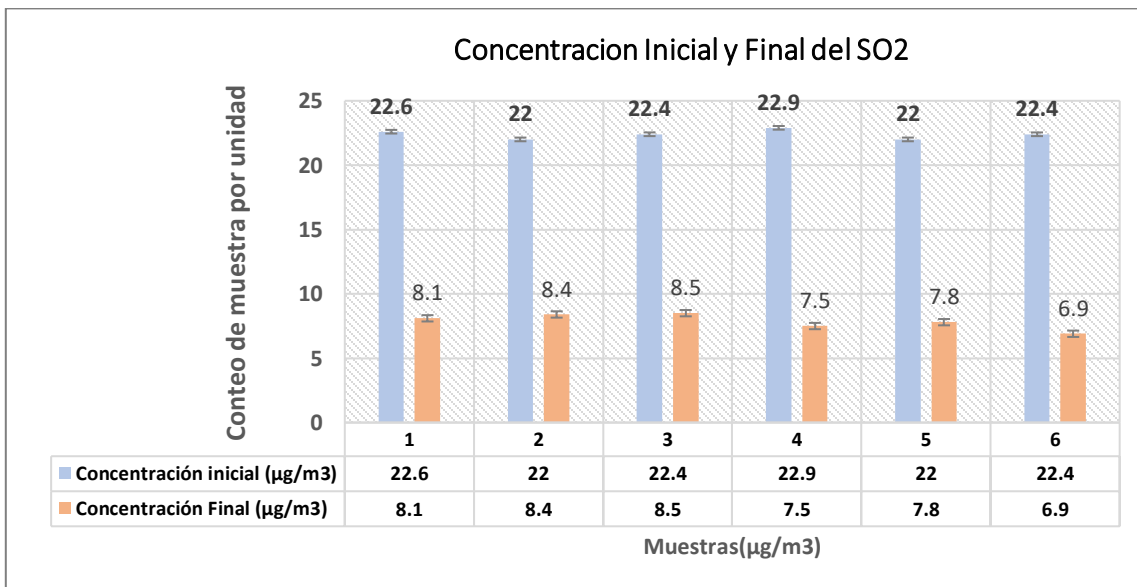


Figura N° 12: Presentación de la concentración inicial y final del SO2 reducido

Fuente: Excel 2013

Interpretación de la figura N°12: Se puede observar la reducción de las concentraciones iniciales y finales del SO₂. Se logró en las 6 muestras reducir los niveles de concentración del SO₂, siendo el mayor de 22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ que redujo a 8.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, la cual muestran resultados favorables.

Cálculo de la Reducción del SO₂

Tratamiento directo – Aire: Para conocer el porcentaje de reducción del dióxido de azufre del tratamiento con las nanoburbujas áreas hasta ser captada, se realizó el cálculo de reducción para cada muestra; el resultado obtenido fue:

a) Primer tratamiento 30 minutos

$$\text{Reducción} = \frac{(\text{Concentración Inicial} - \text{Concentración Final})}{\text{Concentración Inicial}} \times 100\%$$

$$\text{Reducción SO}_2 = \frac{(22.6\mu\text{g}/\text{m}^3 - 8.1\mu\text{g}/\text{m}^3)}{22.6\mu\text{g}/\text{m}^3} \times 100\%$$

$$\text{Reducción SO}_2 = 64.15\%$$

b) Segundo tratamiento 60 minutos

$$\text{Reducción SO}_2 = \frac{(22.0\mu\text{g}/\text{m}^3 - 8.4\mu\text{g}/\text{m}^3)}{22.0\mu\text{g}/\text{m}^3} \times 100\%$$

$$\text{Reducción SO}_2 = 61.81\%$$

c) Tercer tratamiento 90 minutos

$$\text{Reducción SO}_2 = \frac{(22.4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 8.5\mu\text{g}/\text{m}^3)}{22.4\mu\text{g}/\text{m}^3} \times 100\%$$

$$\text{Reducción SO}_2 = 62.05\%$$

Interpretación del cálculo: En el ítem a) se observa que el primer tiempo de 30 minutos el porcentaje de reducción del dióxido de azufre fue de 64.15%, en el ítem b) se observa que en el segundo tratamiento de 60 minutos el porcentaje de reducción del dióxido de azufre fue de 61.81%, en el ítem c) se observa que en el tercer tratamiento de 90 minutos el porcentaje de reducción del dióxido de azufre fue 62.05%, siendo el más alto de 64.15% en el primer tiempo.

Cálculo de la Reducción del SO₂

Tratamiento – Agua desionizada: Para conocer el porcentaje de reducción del dióxido de azufre del tratamiento con las nanoburbujas áreas el paso por el agua desionizada hasta ser captada, se realizó el cálculo de reducción para cada muestra; el resultado obtenido fue:

d) Primer tratamiento 30 minutos

$$\text{Reducción} = \frac{(\text{Concentración Inicial} - \text{Concentración Final})}{\text{Concentración Inicial}} \times 100\%$$

$$\text{Reducción } SO_2 = \frac{(22.9\mu\text{g}/\text{m}^3 - 7.5\mu\text{g}/\text{m}^3)}{22.9\mu\text{g}/\text{m}^3} \times 100\%$$

$$\text{Reducción } SO_2 = 67.24\%$$

e) Segundo tratamiento 60 minutos

$$\text{Reducción } SO_2 = \frac{(22.0\mu\text{g}/\text{m}^3 - 7.8\mu\text{g}/\text{m}^3)}{22.0\mu\text{g}/\text{m}^3} \times 100\%$$

$$\text{Reducción } SO_2 = 64.54\%$$

f) Tercer tratamiento 90 minutos

$$\text{Reducción } SO_2 = \frac{(22.4\mu\text{g}/\text{m}^3 - 6.9\mu\text{g}/\text{m}^3)}{22.4\mu\text{g}/\text{m}^3} \times 100\%$$

$$\text{Reducción } SO_2 = 69.19\%$$

Interpretación del cálculo: En el ítem d) se observa que el primer tiempo de 30 minutos el porcentaje de reducción del dióxido de azufre fue de 67.24%, en el ítem e) se observa que en el segundo tratamiento de 60 minutos el porcentaje de

reducción del dióxido de azufre fue de 64.54%, en el ítem f) se observa que en el tercer tratamiento de 90 minutos el porcentaje de reducción del dióxido de azufre fue 69.19%, siendo el más alto de 69.19% en el tercer tiempo siendo el mayor tiempo de tratamiento.

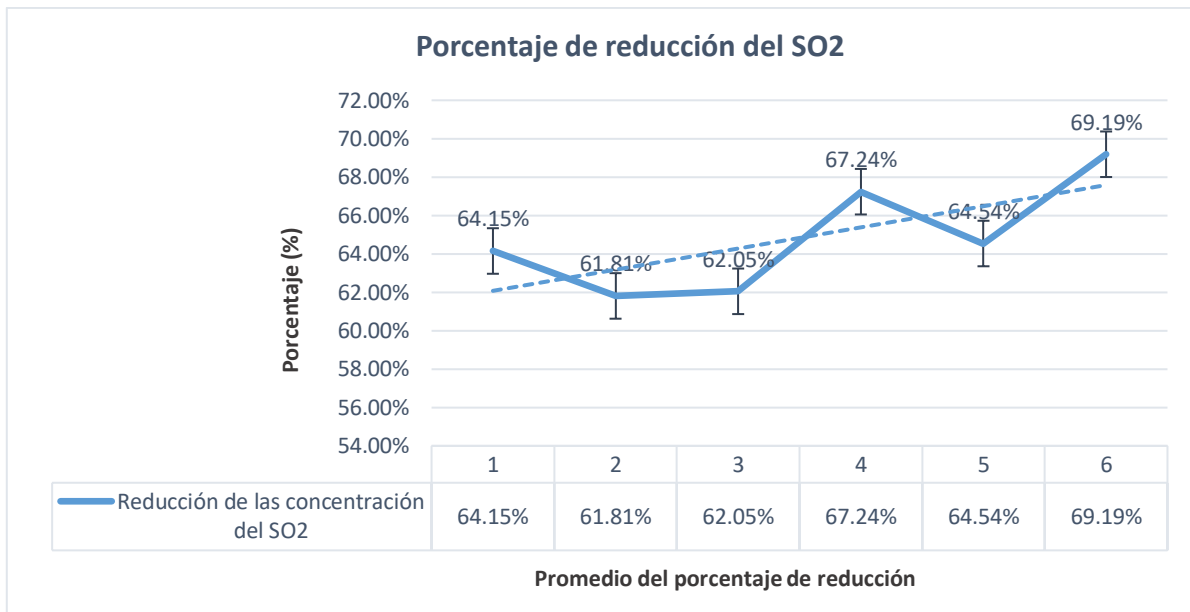


Figura N° 13: Resultados del porcentaje de la reducción SO₂

Fuente: Excel 2013

Interpretación de la figura N°13: Se puede observar el porcentaje de reducción del SO₂ después del tratamiento con las nanoburbujas aéreas; se obtuvo un porcentaje de 69.19% siendo mayor de las 6 muestras, mostrando así la eficiencia del tratamiento por cada tiempo de tratamiento en la reducción del SO₂.

Contrastación de hipótesis

Hipótesis Especifica 1

H₀: Las concentraciones iniciales del dióxido de azufre con la aplicación de nanoburbujas aéreas a nivel laboratorio no se ajustan a una distribución normal.

H_a: Las concentraciones iniciales del dióxido de azufre con la aplicación de nanoburbujas aéreas a nivel laboratorio se ajustan a una distribución normal.

Regla

Si p valor ≤ 0.05 , la distribución no es normal (No paramétrico)

Si p valor > 0.05 , la distribución es normal (Paramétrico)

Se empleará la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, ya que los datos recolectados en las concentraciones iniciales son menores a 50 datos.

Tabla N° 11: Prueba de Normalidad Hipótesis Especifica 1

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Concentración inicial	,918	6	0,488

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos en SPSS IBM

Como el p valor de todas las muestras es mayor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), se puede concluir que los datos son paramétricos o mejor dicho si existe una distribución normal.

Hipótesis Especifica 2

Ho: Las concentraciones finales del dióxido de azufre si varían con la aplicación de nanoburbujas aéreas a nivel laboratorio no se ajustan a una distribución normal.

Ha: Las concentraciones finales del dióxido de azufre si varían con la aplicación de nanoburbujas aéreas a nivel laboratorio se ajustan a una distribución normal

Regla

Si p valor ≤ 0.05 , la distribución no es normal (No paramétrico)

Si p valor > 0.05 , la distribución es normal (Paramétrico)

Se empleará la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, ya que los datos recolectados en las concentraciones iniciales son menores a 50 datos.

Tabla N° 12: Prueba de Normalidad Hipótesis Específica 2

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Concentración	,818	6	0,588
Final			

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos en SPSS IBM

Como el p valor de todas las muestras es mayor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), se puede concluir que los datos son paramétricos y siguen una distribución normal.

Hipótesis Especifica 3

Ho: El tiempo de aplicación de las nanoburbujas áreas minimiza la reducción del dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio no se ajustan a una distribución normal

Ha: El tiempo de aplicación de las nanoburbujas áreas minimiza la reducción del dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio ajustándose a una distribución normal

Regla

Si p valor ≤ 0.05 , la distribución no es normal (No paramétrico)

Si p valor > 0.05 , la distribución es normal (Paramétrico)

Se empleará la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, ya que los datos recolectados en las concentraciones iniciales son menores a 50 datos.

Tabla N° 13: Prueba de Normalidad Hipótesis Específica 3

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo	,985	3	,767

a. Corrección de significación de Lilliefors

Fuente: Datos en SPSS IBM

Como el p valor de todas las muestras es mayor que el nivel de significancia ($\alpha=0.05$), se puede concluir que los datos son paramétricos y siguen una

distribución normal.

Hipostasis General

Ho: La aplicación de las nanoburbujas aéreas no afectan en la reducción del SO₂ en el aire a nivel laboratorio

Ha: La aplicación de las nanoburbujas aéreas afecta en la reducción del SO₂ en el aire a nivel laboratorio

μ_a : Media antes de la aplicación de las nanoburbujas aéreas

μ_d : Media después de aplicación de las nanoburbujas aéreas

Regla de decisión:

Si: $\mu_a \leq \mu_d$ se acepta la Ho

Si: $\mu_a > \mu_d$ se acepta la Ha

Tabla N° 14: Resultados estadísticos descriptivos de las medias

	N	Media	Desv. Desviación
concentrainicial	6	22,383	,3488
concentrafinal	6	7,867	,6022
N válido (por lista)	6		

Fuente: Datos en SPSS IBM

Se puede observar que la media de la aplicación de las nanoburbujas aéreas ha se ha visto afectada con la reducción del SO₂, de 22,383 a 7,867, lo que indica que según la regla de decisión es correcto afirmar que se acepta la hipótesis alterna y rechazar la hipótesis nula. Se procede a comprobar si es correcto aceptar la hipótesis alterna con el estadígrafo de la Prueba T de Student para muestras relacionadas, ya que ambas son paramétricas.

Regla de decisión:

Si: $p \leq 0,05$ Se rechaza la hipótesis nula

Tabla N° 15: Diferencias emparejadas

		Diferencias emparejadas							
					95% de intervalo de				
					confianza de la				
					diferencia				Sig.
		Media	Desviación	Desv. Error promedio	Inferior	Superior	t	gl	(bilateral)
Par 1	Concentración inicial – concentración final	14,5167	,7834	,3198	13,6946	15,3388	45,392	5	,000

Fuente: Datos en SPSS IBM

Interpretación: Se puede verificar en la que mediante la prueba T de Student para la aplicación de las nanoburbujas aéreas en la reducción del SO₂ el valor de significancia es inferior a 0,05 lo que ratifica que es correcto afirmar que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula.

V. DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presenta la discusión de los antecedentes obtenidos en la investigación, teniendo en cuenta la hipótesis y los objetivos propuestos, así mismo las teorías relacionadas al tema de investigación, tal como se presenta a continuación:

Valdivia (2017). En su investigación realizó un monitoreo la cual constituyó por tres puntos de monitoreo, en la entrada del centro poblado, en la parte urbana y en la salida de dicho poblado, se utilizó un Hi-vol la cual monitoreaba el (PM10), la cual se obtuvieron como resultados en el punto 01 de $17.76 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en el punto 02 de $3.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en el punto 03 de $13.46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y en la determinación del dióxido de azufre se utilizó como equipo al tren de muestreo de gases, la cual se obtuvo como resultado en los puntos 01, 02 y 03 el resultado fue menor a $13.00 \mu\text{g}/\text{m}^3$ y por último los resultados en el monóxido de carbono entre el punto 01, 02 y 03 fue menor a $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sin embargo en la presente investigación se logró resultados favorables en la reducción del SO_2 , observa que los niveles de concentración inicial fueron MIA-01= $22.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ redujo a $8.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, MIA-02= $22.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, redujo a $8.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, MIA-03= $22.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ redujo a $8.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, MIAG-01= 22.9 redujo a $7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, MIAG-02= $22.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ redujo a $7.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, MIAG-03= $22.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ redujo a $6.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Xia et al., (2020). En su investigación consistió en desarrollar un nuevo proceso para reducir SO_2 a azufre elemental, utilizando materiales de carbono calentados por electricidad y microondas en un sistema experimental de lecho fijo. Los resultados mostraron que el carbón activado de cáscara de coco tiene el mejor efecto de reducción entre los seis materiales de carbón. Con el aumento de la temperatura de reacción, el X_{SO_2} aumentó gradualmente. Sin embargo, la Y_S disminuyó rápidamente a 800°C y alcanzó un valor mínimo de solo el 55% a 900°C . El X_{SO_2} aumentó con el aumento de la relación molar C/S, pero él Y_S mostró una tendencia diferente según la temperatura de reacción diferente. Comparando los efectos del calentamiento por microondas y el calentamiento eléctrico en la reducción de SO_2 , se requirió una temperatura

mucho más baja para obtener el mismo X_{SO_2} bajo calentamiento por microondas que bajo calentamiento eléctrico. También para el S_s , los resultados obtenidos con el calentamiento por microondas fueron superiores a los del calentamiento eléctrico. Cuando la temperatura de reacción fue de 950 °C, X_{SO_2} fue de aproximadamente 98% bajo ambos modos de calefacción. Sin embargo, Y_s bajo calentamiento por microondas fue del 95%, mientras que Y_s bajo calefacción eléctrica fue solo del 85%. Sin embargo, en la investigación realizada con la metodología de la aplicación de las nanoburbujas para la reducción del dióxido de azufre se observa, el porcentaje de remoción después del tratamiento con las nanoburbujas aéreas; con un promedio de 200°C de temperatura, se logró un porcentaje de remoción de 64.15% de concentración inicial de 22.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 61.81 % de concentración inicial de 22.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 62.05% de concentración inicial de 22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 67.24% de concentración inicial de 22.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 64.54% de concentración inicial de 22.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 69.19% de concentración inicial de 22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Rokni et al. (2016) En su investigación tuvo como objetivo examinar la combustión de mezclas de un alto contenido de azufre carbón bituminoso bajo en álcali y carbón de lignito alto en álcali y bajo contenido de azufre en un horno de tubo descendente de laboratorio. Se determinó que, a diferencia del carbón bituminoso, el carbón de lignito retuvo una gran parte de su azufre en su ceniza. Se tuvo como resultado la reducción de las emisiones SO_2 , tanto en aire simulado como limpio y simulado secar una vez a través de condiciones de oxicomustión, por un total de 60% en todos los entornos de combustión. De este valor, un estimado el 45% puede atribuirse a la mezcla. Sin embargo en la presente investigación a diferencia de la aplicación del carbón bituminoso en reducción del dióxido de azufre, el carbón de lignito se retuvo un porcentaje total de 60% y 45%, a diferencia de la aplicación de las nanoburbujas aéreas se obtuvo un porcentaje de reducción en el primer tratamiento de 64.15%, 61.15%, 62.05% de la reducción del SO_2 y un porcentaje de reducción en el segundo tratamiento de 67.24%, 64.54% y un 69.19% de la reducción del SO_2 ,

por lo que se puede concluir que las nanoburbujas aéreas tiene un mejor porcentaje de remoción del SO₂.

En cuanto a los objetivos planteados en la investigación podemos concluir que:

OG. Aplicar las nanoburbujas aéreas para reducir el SO₂ en el aire a nivel laboratorio, se logró aplicar las nanoburbujas aéreas para reducir el dióxido de azufre, obteniendo así resultados favorables las cuales se muestran en la figura N°11: comparación de la concentración inicial y final del dióxido de azufre.

Objetivos específicos.

- ✓ OE1. Determinar la concentración inicial del SO₂ en el aire a nivel laboratorio. Se determinó la concentración inicial las cuales se tuvieron como resultado MAI-01= 22.6 µg/m³, MAI-02=22.0 µg/m³, MAI-03=22.4 µg/m³y MAGI-01= 22.9 µg/m³, MAGI-02= 22.0 µg/m³, MAGI-03= 22.4 µg/m³.
- ✓ OE2. Determinar la concentración final del SO₂ en el aire a nivel laboratorio. Se determinó la concentración final las cuales se tuvieron como resultado final después del tratamiento MAF-01= 8.1 µg/m³, MAF-02=8.4 µg/m³, MAF-03=85 µg/m³y (MAGF-01= 7.5 µg/m³, MAGF-02= 7.8 µg/m³, MAGF-03= 6.9 µg/m³).
- ✓ OE3. Determinar el tiempo de aplicación del SO₂ en el aire a nivel laboratorio. Se determinó el tiempo de reducción del SO₂ fue 90 minutos de tratamiento; obteniendo el mayor porcentaje de reducción de 69.19%, la cual se concluyó que a mayor tiempo de tratamiento mayor reducción del dióxido de azufre con la aplicación de las nanoburbujas aéreas.

VI. CONCLUSIONES

- ✓ Se ha determinado que la aplicación de las nanoburbujas áreas afecta en la reducción de la concentración de SO_2 , siendo los resultados más representativos en la reducción de la concentración inicial de $22.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $6.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ reduciendo un 69.19% de la concentración inicial, así mismo en la reducción de la concentración inicial de $22.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ reduciendo un 67.24% de la concentración inicial.
- ✓ Se logró determinar la concentración inicial del SO_2 en el aire, obteniendo la concentración inicial de $22.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (paso por aire) y $22.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (paso por agua).
- ✓ Se logró determinar la concentración final del SO_2 en el aire, obteniendo la concentración final de $6.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (paso por aire) y a $7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (paso por agua).
- ✓ Con respecto al tiempo de reducción del SO_2 , al trabajarse en diferentes tiempos de 30 minutos, 60 minutos y 90 minutos, los niveles de concentración del SO_2 disminuyeron significativamente con un porcentaje mayor de 69.19% con un tiempo de tratamiento de 90 minutos, al trabajarse en diferentes tiempos las nanoburbujas áreas actúan en forma diferente.
- ✓ Los objetivos propuestos en la investigación se cumplieron, en la aplicación de las nanoburbujas áreas para reducir SO_2 en el aire a nivel laboratorio así mismo se determinó la concentración inicial y final; el tiempo de reducción.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Para lograr la reducción significativa de concentración del SO₂, con la aplicación de las nanoburbujas áreas, se recomienda aplicar en tiempos mayores, teniendo en cuenta la presión de saturación así como la tensión superficial de las burbujas, para su mayor reducción en la concentración del dióxido de azufre.
- ✓ Usar otra metodología de tratamiento para la reducción del dióxido de azufre, para así ver la eficacia de su aplicación.
- ✓ Se recomienda aplicar el tratamiento de las nanoburbujas áreas en los parámetros mencionados en los ECAS del aire (NO₂, C₆H₆, CO, O₃, H₂S) las cuales son los gases más contaminantes presentes en el aire.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AZEVEDO, A, OLIVERA, H y RUBIO, J. Nanoburbujas a granel en las áreas de minerales y medio ambiente: actualización de la investigación y las aplicaciones [Bulk nanobubbles in the mineral and environmental areas: Updating research and applications] [En línea]. Porto Alegre, Brasil : s.n., Setiembre de 2019. Vol. 271.

BAHAMONDES, Guillermo. *Reducción de emisiones de dióxido de azufre: propuesta de giro a carga fría para convertidor peirce-smith N°1-fundacion altonorte* [En línea]. Valparaíso : Universidad Católica de Valparaíso, 2016. pág. 1 a 92, [Tesis en Ingeniería y Metalurgia]. Dr. Aracena Caipa Álvaro.

BENNET, Nicky y MORÁN, Mariuxi. *Análisis acerca de la factibilidad de la nanotecnología para mejorar el cultivo de larvas de camarón. caso: safarimar* [En Línea]. Universidad de Guayaquil. Guayaquil : s.n., 2018. pág. 1 a 93, Tesis - Ingeniería en Sistemas Administrativos Computarizados. Msc. Sánchez Castro Xavier.

BLANCO, Carlos. Caracterización de nanoburbujas en soluciones salinas [En línea]. Bogotá, Colombia : Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias, Departamento de Física Bogotá D.C., Colombia, 2015. pág. 1 a 99.

CHAVEZ, Daniel y QUIROZ, Erick. *Influencia de la presión y tiempo de aplicación de micro-nanoburbujas de aire sobre la disminución de arsénico en efluentes de lixiviación alcalina* [En Línea]. Trujillo, Universidad Nacional de Trujillo Dr. Vega Gonzalo Juan. 2019. pág. 1 a 58, [Tesis de Ingeniería Metalúrgica].

CUSTODIO, Pedro. *Impactos ambientales del dióxido de azufre y material particulado (PM2.5), sobre la calidad del aire. Chimbote, 2014 - 2016* [En Línea]. Chimbote, Universidad Nacional del Santa. 2018. pág. 1 a 103, [Tesis Posgrado]. MSC. Paredes Méndez Manuel.

DEC Corporation. [En línea] What are Ultrafine Bubbles, 26 de Febrero de 2017. [Citado el:] Disponible en: <http://www.idec.com/home/finebubble/bubble01.html>.

ESPINOZA, Jeniffer. *Uso de electromicronano para la reducción de materia orgánica presente en las aguas residuales de la planta de tratamiento tatahuacayon-2017* [En Línea]. Universidad César Vallejo. Lima : s.n., 2017. pág. 1 a 151,

Tesis de Ingeniería Ambiental. Dr. Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores.

GARCÉS, Luis y HERNÁNDEZ, Martha. La lluvia acida: un fenómeno fisicoquímico de ocurrencia local [En Línea]. [ed.] Redalcy.org. Antioquia, Colombia : Revista LASALLISTA de Investigacion, 2004. Vol. 1 N°2, 2, pág. 1 a 7. 179-4449.

HEMPEL, Erik;. INTERNATIONAL AQUA FEED. [En línea] 20 de Mayo de 2020. [Citado el:] Disponible en: <https://aquafeed.co/entrada/nanoburbujas-nueva-technologie-que-mejora-el-crecimiento-de-los-peces-de-cultivo--22295>.

HERNÁNDEZ, Roberto. *Metodología de la Investigación [En Línea]*. [ed.] Marcela I. Rocha Martínez. s.l. : ed. McGRAW-HILL Education, 2014. pág. 1 a 634. DERECHOS RESERVADOS © 2014, respecto a la sexta edición por McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. 978-1-4562-2396-0.

HERNÁNDEZ, Sabrina. *Estudio teórico - experimental de la absorción y reducción catalítica de SO₂ sobre CR₂O₃/Al₂O₃ en presencia de CH₄ Y O₂ a altas temperaturas [En Línea]*. Universidad Nacional de la Plata. La Plata : s.n., 2016. pág. 1 a 229, [Tesis Doctoral].

INGA, Fresia. *Niveles de dióxido de azufre (SO₂) en el aire de la ciudad de Tingo María comparando dos métodos modificados [En Línea]*. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María : s.n., 2017. pág. 1 a 107, Tesis de Recursos Naturales Renovables e Ingeniería Ambiental.

INSHT. *Dióxido de Azufre- Documento Toxicológico para el establecimiento del Límite de Exposición Profesional del Dióxido de Azufre [En Línea]*. s.l. : Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, 2014. pág. 1 a 5, Documentación. Documentación Límites Exposición Profesional.

ISG. Instituto para la Salud Geoambiental UN SER VIVO, UN ENTORNO SANO. [En línea] 24 de Abril de 2020. [Citado el:] Disponible en: <https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-azufre-so2>.

MINAM. Instituto para la Salud Geoambiental. [En línea] 2013. [Citado el:] Disponible en: <https://www.saludgeoambiental.org/dioxido-azufre-so2>.

KIKUCHI, Kenji, et al., . *Determinación de la concentración de nanoburbujas de oxígeno en agua electrolizada [Concentration determination of oxygen*

nanobubbles in electrolyzed water] [En Línea]. Kyoto : ScienceDirect, 2009. pág. 306 a 309, Revista de ciencia de interfaces y coloides. Artículos de Investigación.

LOZADA, José. *Dialnet*. [En línea] Vol. 3 N°1, 2014. CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>. ISSN-e 1390-9592.

MACASSI, Giuliana. *Comportamiento del Sistema de Nanoburbujeo en el tratamiento para reducir los Niveles de contaminación de Aguas Residuales Domésticas de la Provincia de la Concepción- Biotecnología Ambiental* [En Línea]. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo : s.n., 2017. pág. 1 a 91, [Tesis Ingeniería Química EP Ingeniería Ambiental].

MALLQUI, Jonathan. *Reducción de cianuro y mercurio mediante micro-nanoburbujas de aire con (H₂O₂) por minería artesanal en el centro poblado de la molina-carabayllo escala de laboratorio 2018* [En Línea]. Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2018. pág. 1 a 169, [Tesis Ingeniería Ambiental]. Dr. Jhonny Wilfredo Valverde Flores.

MENENDEZ, Deessiree. *Eficiencia de las micro-nano burbujas de ozono-aire para mejorar la calidad de las aguas residuales hospitalarias, lima 2017*[En Línea]. Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2017. pág. 1 a 89, (Tesis Ingeniería Ambiental). Dr. Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores.

MINAM. *Guía de Calidad del Aire y Educación Ambiental*. Ministerio del Medio Ambiente. Chile : ed.División de Educación Ambiental y Participación Ciudadana - Ministerio del Medio Ambiente, 2016. págs. p. 1-103.

MINAM. *Informe Nacional de Calidad del Aire 2013- 2014*. Ministerio del Ambiente (MINAM). Lima: s.n., 2013. págs. p. 4-52, Informe de Lineamiento de Política de Calidad del Aire.

MOLTALVO, S. *Eliminación biológica de dióxido de azufre gaseoso mediante la reducción a sulfuro de hidrógeno mediante Desulfovibrio desulfuricans* [En Línea]. Department of Chemical Engineering, Universidad Tecnológica de Chile INACAP. Santiago de Chile : s.n., 2018. pág. 21 a 27, [Biological removal of gaseous sulfur dioxide through the reduction to hydrogen sulfide by means of desulfovibrio desulfuricans]. Postprint of International Biodeterioration & Biodegradation.

NAVARRO, Maria. *Demanda bioquímica de oxígeno 5 días, incubación y electromagnética [En Línea]*. Sub Dirección de Hidrología. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2007. [Informe Anual].

NUÑEZ, Thalía. *Tratamiento de aguas residuales de una embotelladora de bebidas carbonatadas aplicando nanoburbujas de aire [En Línea]*. Universidad Cesar Vallejo. Lima: s.n., 2017. pág. 1 a 129, [Tesis de Ingeniería Ambiental]. Dr. Ing. Jhonny Wilfredo Valverde Flores.

OMS. [En línea] 2 de Mayo de 2018. [Citado el:] Disponible en:[https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health).

PENG, Shuhua, y et al., Dinámica de crecimiento de microburbujas en matrices de microcavidades por intercambio de solventes: Experimentos y simulaciones numéricas[En Línea]. [*Growth dynamics of microbubbles on microcavity arrays by solvent exchange: Experiments and numerical simulations*]. Melbourne, Nueva Gales, Canadá, Australia y Alemania : s.n., 15 de Diciembre de 2018. 532, pág. 103 a 111.

PRAVENN, K, AMAN, J y SHRUTI, D. Agua y micro nanoburbujas [En Línea]. España: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología, 2012. 0975-5462.

RAFFO, Eduardo y RUIZ, Edgar. *Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno [En Línea]*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014. pág. 2 a 11. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 1810-9993.

REYES, Rómulo. *Eficiencia de micro-nanoburbujas de aire para el tratamiento de aguas servidas en puerto Bermúdez, Oxapampa, Pasco[En Línea]*. Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2016. pág. 1 a 89, [Tesis Ingeniería Ambiental].

RODRÍGUEZ, Rosabel, et al., Emisiones de dióxido de azufre a la atmósfera por fuentes fijas del MINAG y su influencia en la calidad del aire en la provincia de Villa Clara [En línea]. Cuba : ed.Centro Agrícola, 2019.

ROKNI, Emad, et al., Reducir la generación de emisiones de dióxido de azufre y óxido de nitrógeno mediante la mezcla y la oxicomustión de carbones. [En Línea]. Harbin : s.n., 1 de Octubre de 2016. Vol. 182, pág. 772 a 784.

ROMERO, Manuel, DIEGO, Francisca y ÁLVAREZ, Mireya. La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud [En línea]. La Habana, Cuba : ed. Revista Cubana de Higiene y Epidemiología, 2006.

SOTOMAYOR, Abel y MARÍN, Gloria. *Evaluación e interpretación de las concentraciones de dióxido de nitrógeno y dióxido de azufre en el aire de Lima Metropolitana [En línea]*. Lima : s.n., 2010. pág. 109, Tesis EP Farmacia y Bioquímica. UNMSM.Dr.García Mesías. Dr.Infantes José.

TAPIA, Vilma, et al., Reordenamiento Vehicular y Contaminación Ambiental Por Material Particulado(2,5 Y 10), Dióxido de Azufre y Dióxido de Nitrógeno en Lima Metropolitana, Perú. [En línea]. Lima, Perú : ed.REV PERÚ MED EXP SALUD PUBLICA, Junio de 2018. pág. 8.

VALDIVIA, Francés. *Determinación de material particulado, dióxido de azufre y monóxido de carbono en el centro poblado el arenal - islay [En Línea]*. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa: s.n., 2017. pág. 1 a 77, [Tesis de Ingeniería Ambiental].

VICENTE, Celeny. *Remoción de Plomo y zinc de los Efluentes Mineros Provenientes de la Unidad Mallay Aplicando Micro-nanoburbujas de Aire, 2017[En Línea]*. Universidad Cesar Vallejo. Lima : s.n., 2017. pág. 1 a 48, [Tesis Ingeniería Ambiental].

XIA, Xiao, et al., Reducción de SO₂ a azufre elemental con materiales de carbono mediante métodos de calentamiento eléctrico y por microondas [En Línea]. Shandong, China : s.n., Abril de 2020. Vol. 150.

YUAN, Chung Lin, et al., Reducción del contenido de azufre del aceite usado mediante zeolita NaY modificada [En Línea]. Taiwán, China : Instituto de Ingeniería Ambiental, Universidad Nacional Sun Yat-Sen, Kaohsiung, 804, Taiwán/Centro de Investigación de Contaminantes Emergentes, Universidad Nacional Sun Yat-Sen, Kaohsiung, 804, Taiwán, Enero de 2021. Vol. 313.

YUMI, Fernanda, et al., 2010. Evidencia de la existencia y estabilidad de nanoburbujas en el agua [Evidence of the existence and the stability of nano-bubbles in water][En Línea]. Tokio, Japon : Faculty of Agriculture, The University of Tokyo, 20 de Mayo de 2010. Vol. 361, 1 a 3, pág. p.31 a 37.

ANEXOS

Anexo N°1: Estandartes de Calidad para Aire

Estándares de Calidad Ambiental para Aire

Parámetros	Periodo	Valor [µg/m³]	Criterios de evaluación	Método de análisis ^[1]
Benceno (C ₆ H ₆)	Anual	2	Media aritmética anual	Cromatografía de gases
Dióxido de Azufre (SO ₂)	24 horas	250	NE más de 7 veces al año	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)
Dióxido de Nitrógeno (NO ₂)	1 hora	200	NE más de 24 veces al año	Quimioluminiscencia (Método automático)
	Anual	100	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 2,5 micras (PM _{2,5})	24 horas	50	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	25	Media aritmética anual	
Material Particulado con diámetro menor a 10 micras (PM ₁₀)	24 horas	100	NE más de 7 veces al año	Separación inercial/filtración (Gravimetría)
	Anual	50	Media aritmética anual	
Mercurio Gaseoso Total (Hg) ^[2]	24 horas	2	No exceder	Espectrometría de absorción atómica de vapor frío (CVAAS) o Espectrometría de fluorescencia atómica de vapor frío (CVAFS) o Espectrometría de absorción atómica Zeeman. (Métodos automáticos)
Monóxido de Carbono (CO)	1 hora	30000	NE más de 1 vez al año	Infrarrojo no dispersivo (NDIR) (Método automático)
	8 horas	10000	Media aritmética móvil	
Ozono (O ₃)	8 horas	100	Máxima media diaria NE más de 24 veces al año	Fotometría de absorción ultravioleta (Método automático)
Plomo (Pb) en PM ₁₀	Mensual	1,5	NE más de 4 veces al año	Método para PM ₁₀ (Espectrofotometría de absorción atómica)
	Anual	0,5	Media aritmética de los valores mensuales	
Sulfuro de Hidrógeno (H ₂ S)	24 horas	150	Media aritmética	Fluorescencia ultravioleta (Método automático)

NE: No Exceder.

^[1] o método equivalente aprobado.

^[2] El estándar de calidad ambiental para Mercurio Gaseoso Total entrará en vigencia al día siguiente de la publicación del Protocolo Nacional de Monitoreo de la Calidad Ambiental del Aire, de conformidad con lo establecido en la Séptima Disposición Complementaria Final del presente Decreto Supremo.

Fuente: D.S N° 003-2017-MINAM –ECAS DEL AIRE

Anexo N°2: Matriz de operacionalización de las variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
Variable Dependiente Reducción del Dióxido de Azufre en el Aire	“Las nanoburbujas son burbujas extremadamente pequeñas, un millón de veces más pequeñas que las pequeñas burbujas visibles. Tienen la capacidad de cambiar las características normales dela gua” (Hempel Erik, 2020).	Serán medidos a través de las dimensiones fisicoquímicas y Biológicas	Químicos	Dióxido de Azufre (SO ₂)	Razón
			Tiempo	Tiempo de retención (minutos)	Razón
Variable Independiente Aplicación de las Nano Burbujas Aéreas	Son burbujas que miden la millonésima parte de un metro, son muy pequeñas	Será medido a través de las características de las nanoburbujas	Físicos	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Temperatura (°C) ▪ Numero de burbujas en una gota (unid) ▪ Diámetro de la burbuja(m) ▪ Presión interna (atm) ▪ Velocidad de ascenso (m/s) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Razón ▪ Razón ▪ Razón ▪ Razón ▪ Razón

Fuente: Elaboración propia

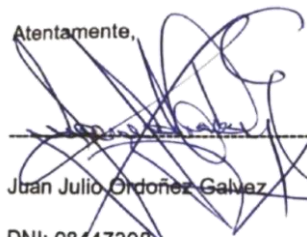
Anexo N° 3: Análisis de las características de la muestra para la reducción del dióxido de azufre

Ficha N° 1			
Análisis de las características de la muestra para la reducción del dióxido de azufre			
Título del proyecto	Aplicación de las nano burbujas aéreas para la reducción de dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio		
Línea de Investigación	Tratamiento y gestión de Recursos Hídricos		
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> - Salvador Cuya Michelli Stefani - Bazán Antonio, Caroline del Roció 		
Asesor	Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo		
Lugar:	Fecha:		
Muestra	Peso del azufre (g)	Temperatura (°C) de muestra alcanzada	Peso del recipiente (g)

Fuente: Elaboración propia


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 95556 DNI N° 17640671
 Telf.: 995978529

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

Anexo N° 4: Análisis de la aplicación de la nanoburbujas para la reducción del dióxido de azufre

Ficha N° 2				
Análisis de la aplicación de las nanoburbujas aéreas para la reducción del dióxido de azufre				
Título del proyecto		Aplicación de las nano burbujas aéreas para la reducción de dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio		
Línea de Investigación		Tratamiento y gestión de Recursos Hídricos		
Responsables		<ul style="list-style-type: none"> - Salvador cuya Michelli Stefani - Bazán Antonio, Caroline del Roció 		
Asesor		Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo		
Muestra	Descripción del tratamiento	Tiempo de ingreso al tratamiento		Tiempo total de tratamiento con las nanoburbujas en la reducción del SO ₂
		Fecha	Fecha	
		Hora inicial	Hora final	

Fuente: Elaboración propia


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 95556 DNI N° 17640671
 Telf.: 995978529

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

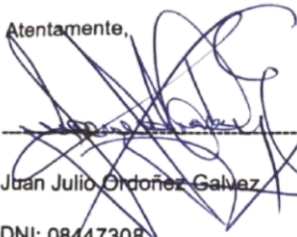
Anexo N° 5: Aplicación de tratamiento de las nanoburbujas en la reducción del dióxido de azufre

Ficha N° 3						
Aplicación de tratamiento de las nanoburbujas aéreas tiempo de tratamiento en la reducción del dióxido de azufre						
Título del proyecto		Aplicación de las nano burbujas aéreas para la reducción de dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio				
Línea de Investigación		Tratamiento y gestión de Recursos Hídricos				
Responsables		<ul style="list-style-type: none"> - Salvador cuya Michelli Stefani - Bazán Antonio, Caroline del Rocío 				
Asesor		Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo				
Tratamientos		Concentración inicial ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Concentración Final ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Tiempo (minutos) de tratamiento con las nanoburbujas en la reducción del SO ₂
		Aire	Agua	Aire	Agua	
Muestra inicial :						
Primer tratamiento						
Muestra inicial :						
Segundo tratamiento						
Muestra inicial :						
Tercer tratamiento						

Fuente: Elaboración propia


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 95556 DNI N° 17640671
 Telf.: 995978529

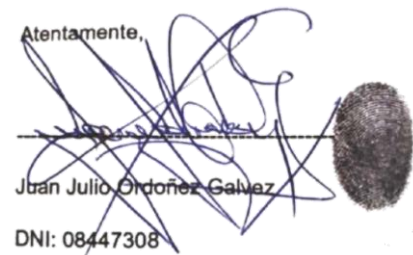
Atentamente,

 Juan Julio Ochoa Gálvez
 DNI: 08447308

Ficha N° 4. Caracterización de nanoburbujas		
Título del proyecto	Aplicación de las Nano Burbujas Aéreas para la Reducción de Dióxido de Azufre en el Aire a Nivel Laboratorio	
Línea de Investigación:	Tratamiento y gestión de Recursos Hídricos	
Responsables	<ul style="list-style-type: none"> - Salvador cuya Michelli Stefani - Bazán Antonio, Caroline del Roció 	
Asesor	Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo	
Lugar	Fecha	
Características	Datos	
Diámetro de la burbuja (μm):		
N° de burbujas en una gota (unid):		
Presión interna (atm):		
Velocidad de ascenso (m/s):		
Temperatura (°C):		

Fuente: Elaboración Propia


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 95556 DNI N° 17640671
 Telf.:995978529

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

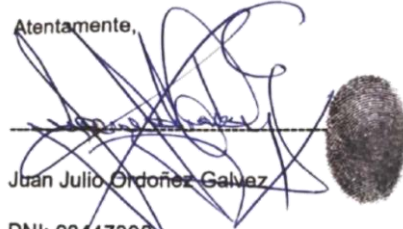
Anexo N° 7: Comparación de muestras de dióxido de azufre concentración inicial y final

Ficha N° 5						
Comparación del tratamiento de las nanoburbujas aéreas en la reducción del dióxido de azufre						
Título del proyecto		Aplicación de las nano burbujas aéreas para la reducción de dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio				
Línea de Investigación		Tratamiento y gestión de Recursos Hídricos				
Responsables		<ul style="list-style-type: none"> - Salvador Cuya Michelli Stefani - Bazán Antonio, Caroline del Rocío 				
Asesor		Dr. Valverde Flores, Jhonny Wilfredo				
Tratamientos		Concentración inicial ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Concentración Final ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Tiempo (minutos) de tratamiento con las nanoburbujas en la reducción del SO ₂
Muestra inicial :		Aire	Agua	Aire	Agua	
Primer tratamiento						
Muestra inicial :						
Segundo tratamiento						
Muestra inicial :						
Tercer tratamiento						

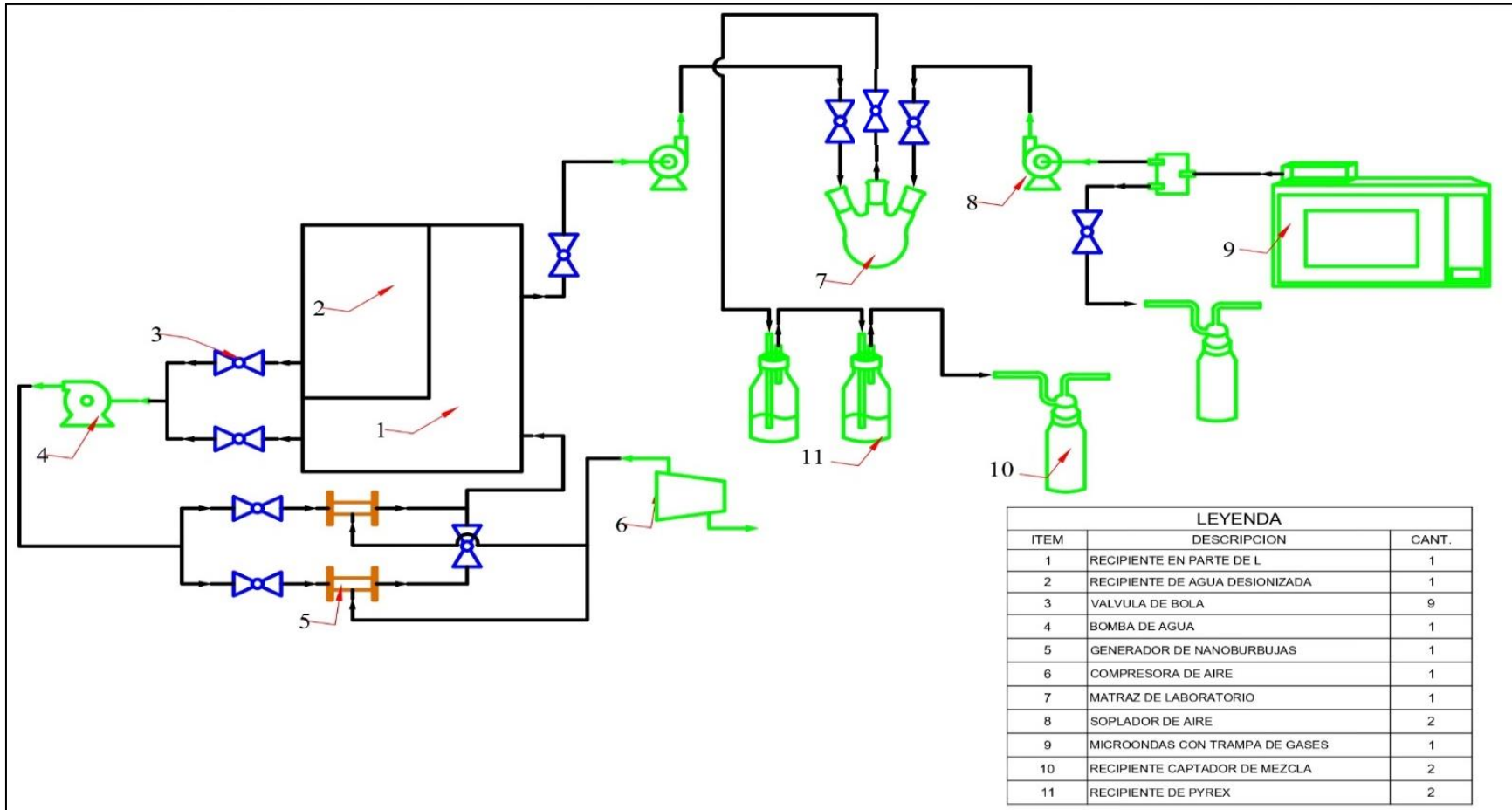
Fuente: Elaboración propia


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 95556 DNI N° 17640671
 Telf.: 995978529

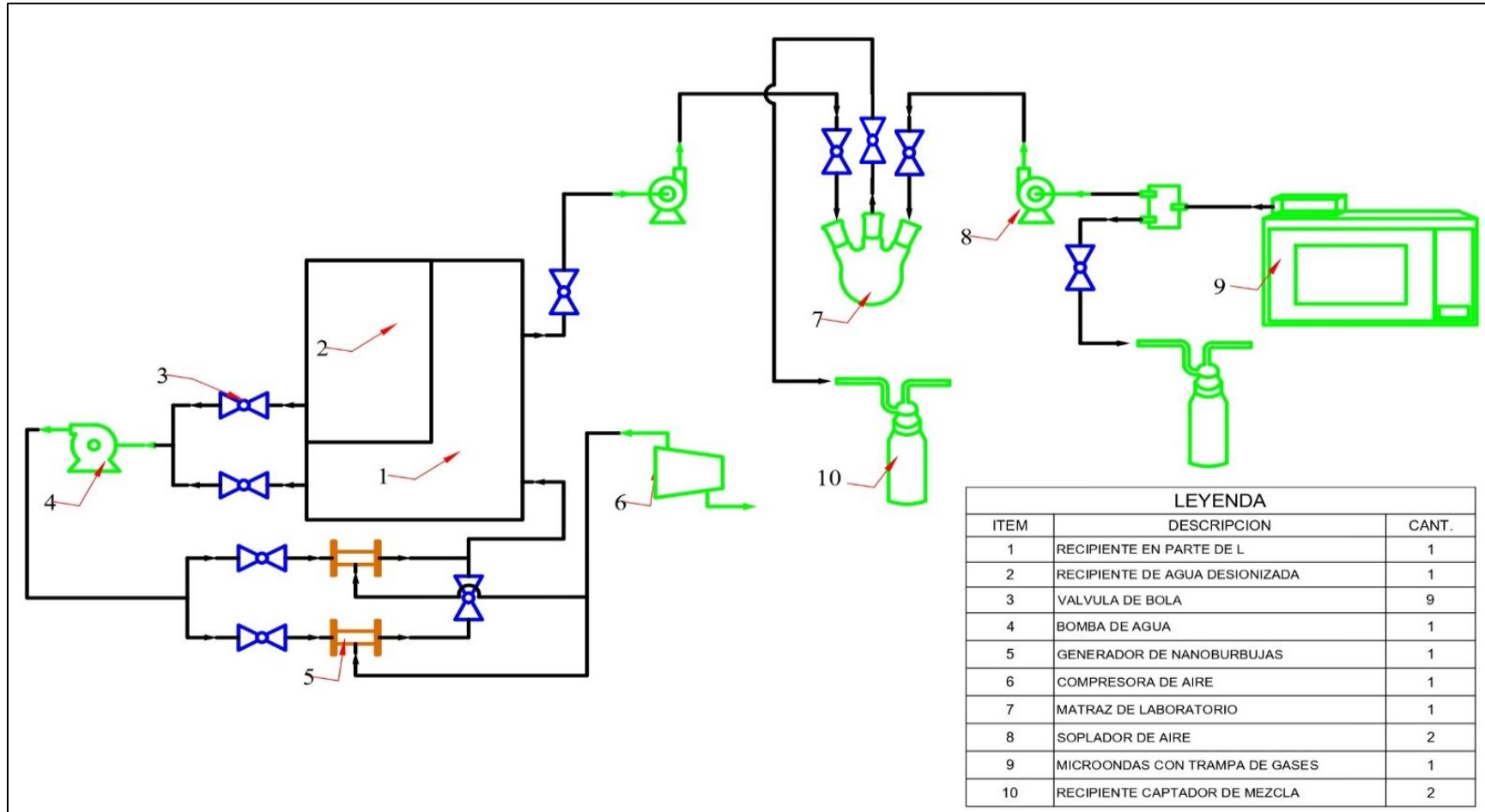
Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Galvez
 DNI: 08447308

Anexo N°8: Diagrama de flujo del tratamiento -Agua



Fuente: Elaboración propia

Anexo N°9: Diagrama de flujo del tratamiento -Aire



Fuente: Elaboración propia

Anexo 10: VALIDACION DE INSTRUMENTOS



SOLICITUD: Validación de instrumento
de recojo de información

Sr.: Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio

Yo Salvador Cuya Michelli Stefani y Bazán Antonio, Caroline del Roció identificadas con DNI N° 74858130, N° 72746373 alumnas de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el Proyecto de Investigación que vengo elaborando titulada: “Aplicación de las Nano Burbujas Aéreas para la Reducción de Dióxido de Azufre en el Aire a Nivel Laboratorio”, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de operacionalización de variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 23 De Junio del 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte

1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de las características de la muestra para la reducción del dióxido de azufre

1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Roció

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte

1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de la aplicación de la nanoburbujas para la reducción del dióxido de azufre

1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/Bazán Antonio Caroline del Rocío

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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		

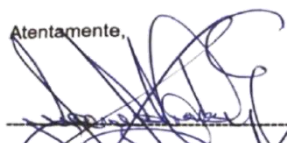
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte

1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Aplicación de tratamiento de las nanoburbujas en la reducción del dióxido de azufre

1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Rocío

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

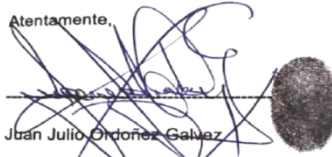
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

90 %

Atentamente,

 Juan Julio Ordoñez Gálvez
 DNI: 08447308

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización de Nanoburbujas
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/Bazán Antonio Caroline del Roció

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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

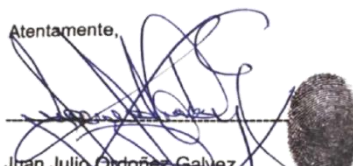
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez

DNI: 08447308

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Ordoñez Gálvez, Juan Julio
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Comparación de muestras de dióxido de azufre concentración inicial y final
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Roció

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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

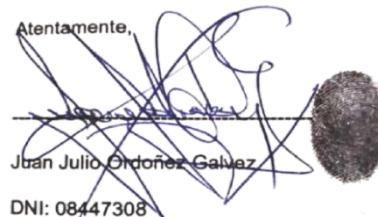
- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

SI

90 %

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Atentamente,



Juan Julio Ordoñez Gálvez
DNI: 08447308

SOLICITUD: Validación de
instrumento de recojo de
información.

Sr.: Dr. Castañeda Olivera Carlos

Yo Salvador cuya, Michelli Stefani y Bazán Antonio, Caroline del Roció identificadas con DNI N° 74858130, N° 72746373 alumnas de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted conel debido respeto me presento y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el Proyecto de Investigación que vengo elaborando titulada: Aplicación de las nano burbujas aéreas para la reducción de dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Instrumento
- Ficha de evaluación
- Matriz de Operacionalización variables

Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 19 de noviembre del 2020

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera Carlos Alberto
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de las características de la muestra para la reducción del dióxido de azufre
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Rocío

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera Carlos Alberto
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de la aplicación de la nanoburbujas para la reducción del dióxido de azufre
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Roció

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

Si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera Carlos Alberto
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Aplicación de tratamiento de las nanoburbujas en la reducción del dióxido de azufre
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Roció

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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		

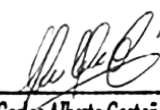
III. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Si
-

90%


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACION DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera Carlos Alberto
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización de Nanoburbujas
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Roció

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

Si
-
90%


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Castañeda Olivera Carlos Alberto

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte

1.3. Especialidad o línea de investigación: Tecnología Mineral y Ambiental

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Comparación de muestras de dióxido de azufre concentración inicial y final

1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/

Bazán Antonio Caroline del Roció

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.											X		
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

si
-

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90%


Dr. Ing. Carlos Alberto Castañeda Olivera
 DOCENTE E INVESTIGADOR
 CIP: 130267
 RENACYT: P0078275

SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Sr.: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso

Salvador cuya Michelli Stefani y Bazán Antonio, Caroline del Roció identificadas con DNI N° 74858130, N° 72746373 alumnas de la EAP de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifestamos:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para el Proyecto de Investigación que vengo elaborando titulada: “Aplicación de las Nano Burbujas Aéreas para la Reducción de Dióxido de Azufre en el Aire a Nivel Laboratorio”, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

Instrumento

- Ficha de evaluación

Matriz de Operacionalización variables, Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, 01 De Julio del 2021

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte

1.3. Especialidad o línea de investigación: Ciencias con Mención en Gestión Ambiental

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de las características de la muestra para la reducción del dióxido de azufre

1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Roció

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN :

95%



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP 95556 DNI N° 17640671
Telf.: 995978529

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ciencias con Mención en Gestión Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Análisis de la aplicación de la nanoburbujas para la reducción del dióxido de azufre
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Roció

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP 95556 DNI N° 17640671
Telf.: 995978529

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ciencias con Mención en Gestión Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Aplicación de tratamiento de las nanoburbujas en la reducción del dióxido de azufre
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Roció

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP 95556 DNI N° 17640671
Telf.:995978529

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: Dr Lizaraburu Aguinaga, Danny Alonso
- 1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte
- 1.3. Especialidad o línea de investigación: Ciencias con Mención en Gestión Ambiental
- 1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Caracterización de Nanoburbujas
- 1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Rocío

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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 cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

95%

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
 CIP 95556 DNI N° 17640671
 Telf.:995978529

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente de Investigación/ UCV Lima Norte

1.3. Especialidad o línea de investigación: Ciencias con Mención en Gestión Ambiental

1.4. Nombre del instrumento motivo de evaluación: Comparación de muestras de dióxido de azufre concentración inicial y final

1.5. Autor(A) de Instrumento: Salvador Cuya Michelli Stefani/ Bazán Antonio Caroline del Roció

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	Esta formulado con lenguaje comprensible.												X	
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, 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	

I. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

II. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

95%



FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
CIP 95556 DNI N° 17640671
Telf.: 995978529

Anexo N°12: Cadena de custodia del laboratorio



CADENA DE CUSTODIA										CALIDAD DE AIRE	<input checked="" type="checkbox"/>	CALIDAD DE AGUA	CALIDAD DE SUELO	OTROS EMPLEO	PÁG. 1 DE 2
CÓDIGO DE MUESTRO N°		05-210002		NÚMERO DE MUESTRO DE		210001		ANÁLISIS SOLICITADOS							
NOMBRE DEL CLIENTE										OTRO					
SALVADOR UYA MICHELLI STEFANI										PRESENCIA					
RUC										N/A					
10748581303										N/A					
DIRECCIÓN										MUESTRA TOTAL DE MUESTRA POR PUNTO DE MUESTRO 502					
CALLE LOS OLIVOS H2.N LT24 - LOS JAIMINEZ D. NARANJA L															
DISTRITO															
947215964															
NOMBRE DEL PROCEDIMIENTO										Información en E y por los muestreos referidos, los análisis mencionados por cada muestra.					
"APLICACIÓN DE LAS NANOBURBUJAS ACEERAS PARA (E)"															
LUGAR DE MUESTRO										Coef. Laboratorio					
CALLE LOS OLIVOS H2NLT24 - DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA															
PUNTO	CÓDIGO DE PUNTO DE MUESTRO	DESCRIPCIÓN DE PUNTO DE MUESTRO	FECHA DE MUESTRO		TIEMPO DE MUESTRO		TIPO DE MUESTRO	COORDENADAS ATR	ALTIMETRIA (M.S.N.M.)						
			FECHA	hora	FECHA	hora									
01	MAI-01	MUESTRA DE AGUA INICIAL	12-06-21	09:00	13-06-21	09:00	AIRE	E 0273326-38 N 8674621-54	548	<div style="border: 2px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> RECIBIDO Duxeno 14/06/21 J.S.G. </div>					
02	MAI-02	MUESTRA DE AGUA INICIAL	12-06-21	09:00	13-06-21	09:00	AIRE	E 0273326-38 N 8674621-54	548						
03	MAI-03	MUESTRA DE AGUA INICIAL	12-06-21	09:00	13-06-21	09:00	AIRE	E 0273326-38 N 8674621-54	548						
04	MAF-01	MUESTRA DE AGUA FINAL	12-06-21	09:00	13-06-21	09:00	AIRE	E 0273326-38 N 8674621-54	548						
05	MAF-02	MUESTRA DE AGUA FINAL	12-06-21	09:00	13-06-21	09:00	AIRE	E 0273326-38 N 8674621-54	548						
06	MAF-03	MUESTRA DE AGUA FINAL	12-06-21	09:00	13-06-21	09:00	AIRE	E 0273326-38 N 8674621-54	548						
07	MAGI-01	MUESTRA DE AGUA INICIAL	12-06-21	14:00	13-06-21	14:00	AIRE	E 0273326-38 N 8674621-54	548						
08	MAGI-02	MUESTRA DE AGUA INICIAL	12-06-21	14:00	13-06-21	14:00	AIRE	E 0273326-38 N 8674621-54	548						
09	MAGI-03	MUESTRA DE AGUA INICIAL	12-06-21	14:00	13-06-21	14:00	AIRE	E 0273326-38 N 8674621-54	548						
TOTAL DE MUESTRAS REGISTRADAS															
RECOMENDACIONES (X) LA REDUCCIÓN DEL DIOXIDO DE AZUFRE EN EL AIRE A NIVEL LABORATORIO!!															
MUESTRO REALIZADO POR										LABORATORIO - MUESTRA RECEPCIONADA POR					
ING. MARIO MORALES PACHECO										NOMBRE					
MONITOR DE DAXEN LAB										NIVEL DE SEGURIDAD					
SUPERVISOR / PROPIETARIO DEL CLIENTE										SI					
SALVADOR UYA MICHELLI										NO					
CATEDRANTE - UCAF										F.O.					
FECHA										FECHA					
FIRMAS										FIRMAS					

CADENA DE CUSTODIA

UNIDAD DE SERVICIO	05-21002	NOMBRE DE ENSAYO	210001	CALIDAD DE AIRE	<input checked="" type="checkbox"/>	CALIDAD DE AGUA	<input type="checkbox"/>	CALIDAD DE SUELO	<input type="checkbox"/>	OTROS ESTIPOS	<input type="checkbox"/>	PAG.	1	DE.	1
DATOS DEL CLIENTE															
NOMBRE: SALVADOR CUYA MITCHELL STEFANI															
RUC: 1074858130															
DIRECCIÓN: CALLE LOS OLIVOS H2. N. 1224 URB. LOS JARDINES D. NARANJAL															
TELÉFONO: 947215964															
OBJETIVO DEL SERVICIO: APLICACIÓN DE LAS MANOBREBUJAS AERÉAS PARA LA (W)															
LUGAR DE MUESTREO: CALLE LOS OLIVOS H2 N. 24 - DISTRITO LOS OLIVOS - LIMA															

ITEM	CODIGO DE PARTE DE MUESTREO	DESCRIPCION DE PARTE DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO		TERMINO DE MUESTREO		TIPO DE MUESTRA	COORDENADAS UTM	ALTUD (MSNM)	MUESTREO TOTAL DE MUESTRA POR PUNTO DE MUESTREO	OBSERVACIONES
			FECHA	HORA	FECHA	HORA					
10	MAGF-01	MUESTRA DE AGUA FINAL	12/06/21	14:00	13/06/21	14:00	AIRE	8 0273326-33 8 867462154	548	50%	✓
11	MAGF-02	MUESTRA DE AGUA FINAL	12/06/21	14:00	13/06/21	14:00	AIRE	8 0273326-33 8 867462154	548	50%	✓
12	MAGF-03	MUESTRA DE AGUA FINAL	12/06/21	14:00	13/06/21	14:00	AIRE	8 0273326-33 8 867462154	548	50%	✓
TOTAL DE MUESTRAS INGRESADAS											

RECIBIDO

PO: LUCAS
 FECHA: 13/06/21
 FIRMA: [Firma]

REVISIONES (*) REDUCCION DEL DIOXIDO DE AZUFRE EN EL AIRE A NIVEL LABORATORIO

CANTIDAD	TIPO	VOLUMEN	PREC.
3	FD	150L	

MUESTRA REALIZADA POR	SUPERVISOR / RESPONSABLE DEL CLIENTE	LABORATORIO - MUESTRA RECEPCIONADA POR	SELLO RECEPCION
ING. MARIO MENDEZ RACHECO MONITOR DE DAXEN LAB	SALVADOR CUYA MITCHELL ESTUDIANTE - HEN	M	

Anexo N°13: Resultados del laboratorio



INFORME DE ENSAYO

N° 210001

Código de Laboratorio	06-14001.09	06-14001.10	06-14001.11	06-14001.12		
Código de Cliente	MAGI-02	MAGI-02	MAGI-03	MAGI-03		
Tipo de Producto	AIRE	AIRE	AIRE	AIRE		
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	12-06-2021 14:00 Hrs	12-06-2021 14:00 Hrs	12-06-2021 14:00 Hrs	12-06-2021 14:00 Hrs		
Fecha Final / Hora de Muestreo	13-06-2021 14:00 Hrs	13-06-2021 14:00 Hrs	13-06-2021 14:00 Hrs	13-06-2021 14:00 Hrs		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.		
Descripción de la Estación de Muestreo	Muestra de Agua Inicial	Muestra de Agua Final	Muestra de Agua Inicial	Muestra de Agua Final		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultado	Resultado		
Fisicoquímicos						
Soluciones Captadoras						
Dióxido de Azufre (SO ₂)	µg/muestra	2.90	22.0	7.8	22.4	6.9

Leyenda L.C.M. = Límite de cuantificación del método.
 "(z)"=Resolución cuantificable, "-" = No Analizado,
 "<"= Menor que el L.C.M. indicado, ">" = Mayor al valor indicado.
 *Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA
 (a) Resultado referencial por no cumplir con criterios de la metodología al analizar.

II - METODOS Y REFERENCIAS

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Dióxido de Azufre (SO ₂)	EPA 40 CFR. Apéndice A-2 to Part 50. (7-1-18 Edition).2018	Reference Method for the Determination of Sulfur Dioxide in the Atmosphere (Pararosaniline Method).

III. OBSERVACIONES.

El lugar en que se realizan las actividades de laboratorio fue realizada en el Laboratorio/Campo.
 Para el presente informe se utilizaron los siguientes procedimientos de monitoreo P-OPE-09,P-OPE-22,P-OPE-19,P-OPE-23,P-OPE-20, P-OPE-21.
 El alcance del ensayo en µg/m³ incluye el muestreo por parte de DAXEN LAB PERÚ S.A.C.
 Cuando se reporte la incertidumbre del resultado asociado, este se reporta utilizando un factor de cobertura de k=1.96 al 95% de confianza.
 La(s) muestra(s) recepcionadas se encuentran cumpliendo lo establecido en la tabla del P-OPE-03 Métodos, preservantes y tiempo de vida.

Mario Méndez Pacheco
 Jefe de Calidad



FIN DEL DOCUMENTO

Los resultados del presente informe de ensayo son válidos para las muestra referidas en el informe, no pudiendo extenderse los resultados del informe a ninguna otra unidad o lote que no haya sido analizado. Los métodos de ensayos presentados en el informe son acordes al alcance de los métodos correspondientes. El tiempo de custodia y perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra. Ante cualquier modificación o adición de muestras del método, se debe proceder con el procedimiento P-COM-01 Prevención de solitudes, alertas y controles. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. El informe de ensayo es un documento oficial de interés público, su adulteración o uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia. Si DAXEN LAB PERÚ S.A.C no realizó la toma de muestra o el muestreo, los resultados se aplicarán a la muestra tal como fueron recepcionadas. DAXEN LAB PERÚ S.A.C. Deslinda responsabilidad de la información proporcionada por el cliente. No se debe reproducir el informe de ensayo, excepto en su totalidad, sin la aprobación escrita de DAXEN LAB PERÚ S.A.C.

INFORME DE ENSAYO
Nº 210001
Datos del Cliente :

Nombre del cliente : SALVADOR CUYA MICHELLI STEFANI
 Dirección del cliente : Calle Los Olivos Mz. N Lt. 24 Urb. Los Jazmines del Naranjal
 Solicitado por : SALVADOR CUYA MICHELLI STEFANI
 Proyecto : Aplicación de las nanoburbujas aéreas para la reducción del dióxido de azufre en el aire a nivel laboratorio
 Muestreo realizado por : Muestreado por el Área de Operaciones de DAXEN LAB SAC
 Procedencia de la muestra : Calle Los Olivos Mz. N Lt. 24 - Distrito Los Olivos - Lima
 Cantidad de muestras y presentación : 12 muestras

Datos del Laboratorio:

Referencia : EPA 40 CFR, Apéndice A-2 to Part 50. (7-1-18 Edition), 2018
 Plan de muestreo : PLAN-21-0002-RO
 Producto : AIRE
 Fecha de recepción de muestra(s) : 14/06/2021
 Fecha de inicio del análisis : 14/06/2021
 Fecha de emisión del Informe : 22/06/2021

I. RESULTADOS
INFORME DE ENSAYO
Nº 210001

Código de Laboratorio	06-14001.01	06-14001.02	06-14001.03	06-14001.04		
Código de Cliente	MAI-01	MAF-01	MAI-02	MAF-02		
Tipo de Producto	AIRE	AIRE	AIRE	AIRE		
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	12-06-2021 09:00 Hrs	12-06-2021 09:00 Hrs	12-06-2021 09:00 Hrs	12-06-2021 09:00 Hrs		
Fecha Final / Hora de Muestreo	13-06-2021 09:00 Hrs	13-06-2021 09:00 Hrs	13-06-2021 09:00 Hrs	13-06-2021 09:00 Hrs		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.		
Descripción de la Estación de Muestreo	Muestra de Aire Inicial	Muestra de Aire Final	Muestra de Aire Inicial	Muestra de Aire Final		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Fisicoquímicos						
Soluciones Captadoras						
Dióxido de Azufre (SO ₂)	µg/muestra	2.90	22.6	8.1	22.0	8.4

Código de Laboratorio	06-14001.05	06-14001.06	06-14001.07	06-14001.08		
Código de Cliente	MAI-03	MAF-03	MAGI-01	MAGF-01		
Tipo de Producto	AIRE	AIRE	AIRE	AIRE		
Fecha Inicial / Hora de Muestreo	12-06-2021 09:00 Hrs	12-06-2021 09:00 Hrs	12-06-2021 14:00 Hrs	12-06-2021 14:00 Hrs		
Fecha Final / Hora de Muestreo	13-06-2021 09:00 Hrs	13-06-2021 09:00 Hrs	13-06-2021 14:00 Hrs	13-06-2021 14:00 Hrs		
Ubicación Geográfica (WGS 84)	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.	E 0273326.38 N 8674671.98 548 m.s.n.m.		
Descripción de la Estación de Muestreo	Muestra de Aire Inicial	Muestra de Aire Final	Muestra de Agua Inicial	Muestra de Agua Final		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultado	Resultado	Resultado	Resultado
Fisicoquímicos						
Soluciones Captadoras						
Dióxido de Azufre (SO ₂)	µg/muestra	2.90	22.4	8.5	22.9	7.5

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método
 "(z)" = Resolución cuantificable, "-" = No Analizado,
 "<" = Menor que el L.C.M. indicado, ">" = Mayor al valor indicado
 *Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL DA
 (a) : Resultado referencial por no cumplir con criterios de la metodología al analizar

Anexo 14: Base de Datos en SPSS IBM

*Sin titulo1.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Nombre	Tipo	Anchura	Decimales	Etiqueta	Valores	Perdidos	Columnas	Alineación	Medida	Rol
1	concentraini...	Numérico	8	1		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
2	concentrafinal	Numérico	8	1		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
3	Tiempo	Numérico	8	2		Ninguna	Ninguna	8	Derecha	Escala	Entrada
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											
24											
25											
26											
27											
28											
29											

Vista de datos Vista de variables