



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Remoción de coliformes totales y fecales en lodos por procesos electroquímicos, planta de tratamiento de aguas residuales – lima 2017

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR

Santianny Cesar Araujo Salazar

ASESOR

Dr. Elmer Gonzales Benites Alfaro

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y gestión de los residuos

LIMA - PERÚ

2017 – I

Página del Jurado

Cabello Torres Rita

Presidente

Jorge Jave Nakayo

Secretario

Benites Alfaro Elmer

Vocal

Dedicatoria:

Dedicado a Dios, a mis padres Cesar Araujo, Nelly Salazar, hermanos Enrique, Lisseth, Leonel y en especial a mi pareja Laura Valverde López que gracias a su ayuda y comprensión estoy logrando mis objetivos.

Agradecimiento:

Agradezco a todos los profesionales que pudieron brindar sus críticas y recomendaciones para la elaboración y desarrollo de mi tesis, a la Universidad César Vallejo por los conocimientos brindados.

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo Santianny Araujo Salazar, identificado con DNI N° 46553157, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 21 de junio del 2017

Santianny Cesar Araujo Salzar

PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada “REMOCIÓN DE COLIFORMES TOTALES Y FECALES EN LODOS POR PROCESOS ELECTROQUÍMICOS, PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – LIMA 2017”

La misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de **Ingeniería Ambiental**.

El Autor:

Santianny Cesar
Araujo Salazar

INDICE GENERAL

Página del Jurado	ii
Dedicatoria:	iii
Agradecimiento:	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	v
PRESENTACIÓN.....	vi
INDICE GENERAL.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
INDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMES	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Realidad Problemática.....	1
1.2. Trabajos Previos	2
1.3. Teorías relacionadas al tema.	6
Planta de tratamiento de aguas residuales.....	6
Tratamiento primario.....	7
Tratamiento secundario.....	7
Lodos activados.....	7
Clasificación de lodos.....	8
Coliformes totales.....	9
Coliformes fecales.....	9
Efectos de coliformes en la salud humana.....	9
Electroquímica.....	9
Marco legal.....	10
1.4. Formulación del problema.....	11
Problema General:	11
Problema Especifico:	11
1.5. Justificación del estudio.....	11
1.6. Hipótesis	13
Hipótesis General	13
Hipótesis Específica.....	13
1.7. Objetivo	13

Objetivo General:.....	13
Objetivo Específico:.....	13
II. MÉTODO.....	14
2.1. Diseño de investigación.....	14
2.2. Variables, Operacionalización	15
2.3. Población y Muestra.....	16
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	16
Recolección de muestra	16
Almacenamiento	17
Datos en campo.....	18
Diseño de celdas	19
Acondicionamiento de la muestra.....	19
Procedimiento experimental	20
Equipos y materiales utilizados	21
Validez.....	22
Confiabilidad.....	22
2.5. Métodos de análisis de datos	23
2.6. Aspectos Ético	23
III. RESULTADOS.....	24
3.1. Muestra	24
3.2. Resultados de laboratorio	26
3.3. Resultados de campo	28
3.4. Análisis Estadísticos.....	32
IV. DISCUSIÓN	37
V. CONCLUSIONES	38
VI. RECOMENDACIONES.....	39
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	40
VIII. ANEXO.....	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tecnologías de Tratamiento de Aguas Residuales (SUNASS – 2015).	7
Figura 2. Toma de muestra de lodo sin tratamiento	17
Figura 3. Conservación de la muestra a 4°C.....	17

Figura 4. Determinación de la temperatura.....	18
Figura 5. Determinación del pH	18
Figura 6. Celdas y frascos para la muestra	19
Figura 7. Frasco de NaCl	19
Figura 8. Equipos y materiales.....	21
Figura 9. Muestra para para el análisis.....	24
Figura 10. Muestra en las celdas electroquímicas.....	24
Figura 11. Tratamiento electroquímico electroquímicas	25
Figura 12. Muestra después del tratamiento.....	25
Figura 13. pH de lodos	28
Figura 14. Temperatura.....	29

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Límites permisibles para metales pesados en lodo.....	8
Tabla 2. Clasifica de lodos residuales según su contenido de microorganismos patógenos	8
Tabla 3. Límites máximos permisibles para metales pesados en biosólidos	10
Tabla 4. Límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en lodos y biosólidos	10

RESUMES

El propósito de esta investigación fue evaluar la eficiencia del tratamiento electroquímico para la remoción de coliformes totales y coliformes fecales, el estudio se realizó en la PTAR Puente Piedra, donde se verificó la generación de lodos y así poder determinar la población y la cantidad de muestra necesaria para el trabajo de investigación. La metodología empleada fue experimental, usando 6 celdas de vidrio, electrodos de grafito, cloruro de sodio, una fuente de energía y lodos provenientes de la PTAR.

Los resultados demostraron que la eficiencia del tratamiento electroquímico reduce la concentración de coliformes totales y coliformes fecales en un 100%.

Se demostró que el tiempo de reacción electroquímica influye significativamente para la remoción de coliformes totales y coliformes fecales, mientras que la dosis de cloruro de sodio en la muestra tratada no influye significativamente en la remoción de coliformes según lo planteado en la prueba estadística.

Se determinó también que el lodo tratado se puede usar como un mejorador de suelo puesto que cumple con la normativa **NOM-004-SEMARNAT-2002** de Mexico.

Palabras Claves: electroquímica, coliformes fecales, PTAR

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the efficiency of the electrochemical treatment for the removal of total coliforms and fecal coliforms. The study was carried out in the Puente Piedra WWTP, where the sludge generation was verified to determine the population and sample amount Necessary for the research work. The methodology used was experimental, using 6 glass cells, graphite electrodes, sodium chloride, a source of energy and sludge from the WWTP.

The results showed that the efficiency of the electrochemical treatment reduces the concentration of total coliforms and fecal coliforms by 100%.

It was demonstrated that the electrochemical reaction time significantly influences the removal of total coliforms and fecal coliforms, whereas the dose of sodium chloride in the treated sample does not significantly influence the removal of coliforms as proposed in the statistical test.

It was also determined that the treated sludge can be used as a soil improver since it complies with Mexico's NOM-004-SEMARNAT-2002 standard.

Keywords: electrochemistry, fecal coliforms, WW

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

El crecimiento y expansión urbana, así como la concentración de personas en las grandes ciudades genera ingentes cantidades de aguas residuales y por consiguiente lodos activados que se generan en las plantas de tratamiento. Los lodos activados presentan una concentración de coliformes totales y fecales, los cuales generan malos olores, y presencia de compuestos nocivos y tóxicos que al ser anaerobios contamina el ambiente y puede generar enfermedades respiratorias a las personas que se encuentran cerca de lodos activados.

La disminución de concentración de los coliformes totales y fecales de lodos activados en plantas de tratamiento de aguas residuales ha sido objeto de estudio en diversos ámbitos, buscando alternativas para disminuir su concentración. De igual forma se han establecido estudios relacionados con la generación de aguas residuales y su impacto en el ambiente.

En esa misma línea López, et al (2011, p.4) señalan que en México se genera en promedio 170 m³/s de aguas residuales y su capacidad de tratamiento solo podía abordar al 25% de aguas residuales, habiendo déficit en el tratamiento y por consiguiente una mayor propensión a la contaminación por efecto de aguas residuales no tratadas.

Por su parte Bedoya, et al (2013, p.5) revelaron que en Colombia se genera en promedio 274 toneladas de biosólidos de las plantas de tratamiento de aguas residuales, el cual requiere de altos costos para ser tratados, ya que de no hacerlo causaría impactos negativos en la salud de las personas y el ambiente.

En el caso de Perú se genera en promedio 2217946 m³/día de aguas residuales por los sistemas de alcantarillado de la cuales se tratan solo el 32%. De 253 localidades con empresas prestadoras de servicios de alcantarillado 89 de ellas no cuentan con un tratamiento de aguas residuales, contaminando ríos, lagunas y por ser contenedoras de este tipo de aguas.

Conjuntamente con las aguas residuales se vierten lodos activados con alta presencia de coliformes totales y fecales, siendo un contaminante para el

ambiente y los pobladores cercanos a estos vertederos informales (SUNASS, 2015, p.36).

Por ello, es necesario contar con plantas de tratamiento de aguas residuales a fin de disminuir la contaminación del ambiente y preservar los recursos naturales, esta debe ser en forma integral, incluyendo el tratamiento de lodos activados generados en planta de tratamiento con el objetivo de disminuir la concentración de los coliformes totales y fecales. Es en este contexto que se desarrolla el estudio, delimitándola específicamente en la margen Izquierda del rio Chillón en la provincia de Lima, distrito de San Martín de Porres, en la ex hacienda Chuquitanta, En este distrito se encuentra la planta de tratamiento de aguas residuales “Puente Piedra” que fue inaugurado el 2002 con un caudal de diseño de 422 l/s y que en la actualidad se observa que el ingreso de las aguas servidas ya supero el del caudal de diseño, su concepto inicial fue hacer el rehusó de las aguas tratadas para el riego de parques y jardines del distrito, beneficiando en promedio a 38.000 vecinos.

Es necesario tomar en cuenta que no hay un buen manejo de los lodos activados como parte del proceso de tratamiento de aguas residuales, los cuales son vertidos cerca de la planta de tratamiento, generando mal olor, contaminación aérea, presencia de moscas y filtración de estos lodos al suelo. Por ello es necesario contar con tratamientos adecuados de este tipo de lodos, para así disminuir los efectos contaminantes.

Como parte del estudio se propone hacer uso de procesos electroquímicos por ser efectivos y de bajo costo. Este método se caracteriza porque desestabiliza las partículas dispersas en el agua residual (electrocoagulación), así mismo disminuye la concentración de coliformes totales y fecales en lodos (electrocloración), hasta los límites permitidos.

1.2. Trabajos Previos

GALVIS, Juliana y RIVERA, Ximena (2011) presentaron el estudio “Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los lodos presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI) de la empresa

Jugos Hit de la ciudad de Pereira”. Tesis para optar el título de Ingeniero Químico en la Universidad Tecnológica de Pereira, Colombia. Su objetivo fue caracterizar fisicoquímica y microbiológicamente lodos presentes en aguas residuales de una empresa industrial. La metodología utilizada fue la aplicada de diseño no experimental. Su muestra de estudio fue los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Se concluyó que la presencia de coliformes en los lodos es superior a 1000 NMP/g, el cual bajo un tratamiento adecuado puede ser utilizado como abono o para recuperación de suelos degradados. Asimismo, se estimó que los parámetros físico-químicos de los lodos generados por la empresa se encuentran por debajo de los límites admisibles, por lo que son reusables como material de abono.

LINARES, Ivonne, et al. (2011) presentó la investigación “Oxidación de materia orgánica persistente en aguas residuales industriales mediante tratamientos electroquímicos”, estudio presentado para la Universidad Autónoma del Estado de México. Su objetivo fue aplicar un sistema electroquímico a partir de electrodos de diamante para tratar aguas residuales. El tipo de estudio fue el aplicativo. La muestra de estudio se delimitó en 144 empresas industriales de la zona de Toluca. Se concluyó que la aplicación del tratamiento electroquímico con DDB fue en 99% en color, 97% de turbiedad y 99% de DQO. Asimismo, se alcanzó el 99% de eficiencia en demanda química. Estos datos demostraron que el tratamiento electroquímico es un método eficiente para disminuir la presencia de materia orgánica en aguas residuales.

CONDADO, Jorge (2012) presentó el estudio “Alternativas de disposición final de lodos estabilizados de la planta de tratamiento de aguas residuales de Xalapa, Veracruz, México”. Tesis para optar el título académico de Ingeniero Civil en la Universidad Veracruzana. Su objetivo fue establecer diversas alternativas para disponer de lodos estabilizados de una planta de tratamiento de aguas residuales. La metodología empleada fue la comparativa de diseño no experimental. La muestra de estudio consistió en la comparación de datos e indicadores de aguas residuales de la planta de tratamiento de Xalapa. Se concluyó que para escoger la alternativa correcta se debe tomar en cuenta las características de lodo, el costo que generaría y como sería su disposición final.

Una de las alternativas más convenientes es el de la disposición de lodos estabilizados y generar compost, el cual ayudará a descontaminar los mantos freáticos y como abono para el enriquecimiento de los suelos.

GARCÍA, María (2016) presentó el estudio “Tratamientos de lodos residuales procedentes de aguas residuales mediante procesos electroquímicos para la disminución de la concentración de coliformes fecales y totales”. Tesis para optar el título académico de Ingeniero Ambiental en la Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Su objetivo fue aplicar tratamientos a partir de procesos electroquímicos en aguas residuales para disminuir la concentración de coliformes totales y fecales. La metodología usada fue la aplicada. La muestra de estudio correspondió a los parámetros físicos químicos. Se concluyó que al aplicar el proceso electroquímico se eliminó el 100% de coliformes totales y fecales. De igual forma se estableció que es relevante el tipo de electrodo al momento de aplicar el tratamiento, siendo el electrodo grafito es el más conveniente y efectivo.

LLIVICHUZCA, Maricela (2016) presentó el estudio “Tratamiento de lodos residuales procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante procesos electroquímicos para la disminución de la concentración de huevos helmintos”. Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental en la Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, Ecuador. Cuyo objetivo fue aplicar un tratamiento para lodos residuales que proviene de una planta de tratamiento a partir de procesos electroquímicos. La metodología fue aplicada experimental. La muestra de estudio lo conformó la medición de parámetros como la turbiedad, pH, tiempo de retención y biosólidos. Se concluyó que la aplicación de electroquímicos remueve en 100% la concentración de huevos helmintos en los lodos residuales. De igual forma se comprobó que el tratamiento electroquímico es más eficiente que otras técnicas de remediación de lodos.

BARBOZA, Gloria (2011) presentó el estudio “Reducción de la Carga de Contaminantes de las Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Totora–Ayacucho Empleando la Técnica de Electrocoagulación”. Tesis para optar el grado académico de Maestría en Química en la Universidad Nacional de Ingeniería. Su objetivo fue reducir la carga de contaminantes de aguas residuales

a partir del uso de técnicas de electrocoagulación. La metodología empleada fue la aplicada. La muestra fueron los parámetros físicos, químicos y efluentes de las aguas residuales. Se concluyó que el método de coagulación es efectivo para reducir las cargas contaminantes de aguas residuales. Este método incidió directamente en el pH, conductividad y la turbidez de aguas residuales. La aplicación promedio de la electrocoagulación fue de 25 minutos, tiempo estimado para reportar la remoción de coliformes fecales y totales.

FRANCISCO, Jenny. RAMOS Pedro y AGUIRRE Guillermo (2011) presentaron el estudio “Aprovechamiento agrícola del lodo generado en la PTAR de Puente Piedra – Lima” para la Universidad Nacional del Callao. Su objetivo fue aprovechar el lodo generado por PTAR en actividades agrícolas. La metodología usada fue la aplicada. La muestra de estudio se concentró en los indicadores del lodo generado, así establecer sus propiedades como abono agrícola. Se concluyó que las plantas que recibieron este tipo de lodo mejoraron sus características respecto a otras que no recibieron la aplicación, siendo las primeras más gruesas y de mayor crecimiento. Se demostró que el lodo seco y en compost produce bioabono, siendo una alternativa eficiente y amigable al ambiente en la disposición de residuos del PTAR.

VÁSQUEZ, Alejandro, et al (2013) presentaron el estudio “Propuesta de mejora de tratamiento de aguas residuales en una empresa pesquera”. Tesis para optar el grado académico de Ingeniero Industrial en la Universidad de Piura. Cuyo objetivo fue mejorar el tratamiento de aguas residuales que genera una empresa pesquera. La metodología se insertó en el experimental, ya que se llevaron pruebas antes y después de la aplicación de la propuesta. La muestra estudiada consistió en muestra efluentes (pH, DBO5, conductividad eléctrica, sólidos sedimentables, DQO etc.), se concluyó que los indicadores objeto de estudio mejoraron a partir del tratamiento, que consistió en el cribado y tamizado de efluentes, posterior a ello se coaguló y flocualizó, finalmente se trató con un reactor anaerobio de flujo ascendente. Este proceso ayudó a mejorar el tratamiento de aguas residuales y disminuir su impacto negativo en el Ambiente.

BURGA, Alberto (2014) presentó el estudio “Valoración de lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de EPSEL para uso como abono

orgánico”. Tesis para optar el grado de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo. Su objetivo fue valorar los lodos que se generan en las lagunas estabilizadoras de la empresa Epsel S.A. la metodología usada fue la aplicada y la muestra de estudio se enfocó en establecer los parámetros de lodos sedimentados y del abono generado. Se concluyó que los lodos residuales que generan las lagunas de estabilización de la empresa EPSEL son viables para servir de abono, ello posterior a la medición de sus propiedades físicas-químicas. El abono generado se utiliza como compost, este proyecto es viable, tanto desde el aspecto técnico, económico e industrial.

AGUILAR, Edwar (2015) presentó el estudio “Evaluación de la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escala laboratorio para el tratamiento de agua”. Tesis para optar el grado académico de Magíster en Ciencias Ambientales en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Su objetivo fue establecer la eficiencia de las celdas de electrocoagulación en el tratamiento de agua. La metodología usada fue el estudio experimental. La muestra de estudio consideró los niveles de pH en diversos momentos, Características del agua residual, DQO, Hidrogeno, etc. Se concluyó que las condiciones para obtener una remoción alta de DQO aguas residuales de una empresa de pinturas fue 7.12, con intensidad de 5 amperios y un promedio de tratamiento de 15 minutos; ello genera una eficiencia de remoción en 87.0%.

1.3. Teorías relacionadas al tema.

Planta de tratamiento de aguas residuales.

Son infraestructuras que están diseñadas para tratar el agua residual provenientes de industrias y viviendas con el fin de ser reutilizadas o ser vertidos a los cuerpos receptores, cumpliendo con los estándares de calidad vigente.

Existen diferentes tecnologías desde las básicas hasta las avanzadas.

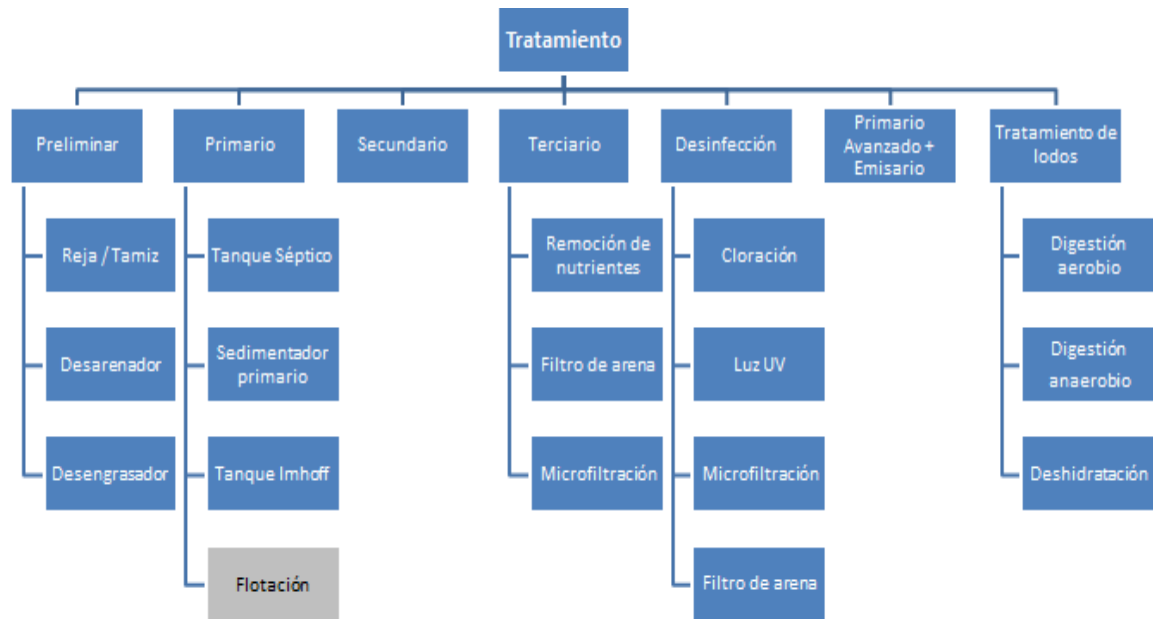


FIGURA 1. Tecnologías de Tratamiento de Aguas Residuales (SUNASS – 2015).

Tratamiento primario.

Es el primer paso que se le da a las aguas residuales para que puedan ser tratadas, en esta etapa se le reduce aceites, grasas, sólidos y arena, cabe mencionar que este proceso está hecho principalmente por maquinarias. (PÉREZ y CAMACHO, 2011).

Tratamiento secundario.

Es el segundo paso que se le da a las aguas residuales para que puedan ser tratadas, en esta etapa es donde se degrada toda la materia orgánica gracias a los microorganismos presentes en el agua, en esta etapa es donde se producen los lodos activados. (PÉREZ y CAMACHO, 2011).

Lodos activados.

Los lodos activados son la mezcla de los microorganismos y el sustrato presente en el agua residual, los lodos secundarios se producen en los reactores biológicos y se sedimentan o separan del agua en los sedimentadores secundarios, para que posteriormente sean purgados a tolvas para ser almacenados, tratarlos y disponerlos finalmente. (LIMÓN, 2013).

Clasificación de lodos.

Según el EPA los lodos se clasifican en función a dos parámetros, la concentración de metales pesados y microorganismos patógenos.

Se considera lodos peligrosos si es que superan la concentración de contaminantes tóxicos establecidos por la EPA.

Tabla 1. Límites permisibles para metales pesados en lodo

ELEMENTOS	Valores limite Mg/kg materia seca	Tasa de carga acumulativa Kg/ ha	Concentracion del componente para una calidad excepcional (mg/kg)	Tasa de carga anual del elemento (kg/ha/año)
Arsénico	75	41	41	2.0
Cadmio	85	39	39	1.9
Cromo	-	-	-	-
Plomo	4300	1500	1500	75
Mercurio	57	17	17	0.85
Molibdeno	75	-	-	-
Niquel	420	420	420	21

Fuente: EPA

Según el EPA se clasifica lodos de clase A y clase B según el contenido de microorganismos patógenos.

Tabla 2. Clasifica de lodos residuales según su contenido de microorganismos patógenos

PARAMETRO	LODO CLASE A	LODO CLASE B
Colifores fecales o <i>salmonella</i>	<1000 NMP/g o UFC/g	<2000000 NMP/g o UFC/g
Huevos de helminto	1 huevo viable/ 4g	-

Fuente: EPA

- ✓ Lodo de clase A: son los que no contienen niveles detectables de agentes patógenos, se reduce la atracción de vectores.
- ✓ Lodo de clase B: tiene restricciones al público, reciben tratamiento (PEREZ, 2016).

Coliformes totales.

Las bacterias coliformes son un grupo de bacterias que se utilizan como indicadores de contaminación. El grupo está compuesto por *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*,

- Son contaminantes comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales de sangre caliente.
- Están presentes en el tracto gastrointestinal en grandes cantidades.
- Permanecen por más tiempo en el agua que las bacterias patógenas.
- Se comportan de igual manera que los patógenos en los sistemas de desinfección.

Coliformes fecales.

Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales, capaz de fermentar la lactosa a 44.5°C. Aproximadamente el 95% del grupo de los coliformes presentes en heces fecales, están formados por *Escherichia coli* y ciertas especies de *Klebsiella*. Ya que los coliformes fecales se encuentran casi exclusivamente en las heces de animales. (LAREA, 2013).

Efectos de coliformes en la salud humana.

Una de los principales problemas de salud que ocasiona los coliformes son las enfermedades infecciosas y parasitarias del aparato digestivo, según las estadísticas del 2004 en México fueron la segunda causa de consultas al centro de salud (RIVERA, 2007)

Electroquímica.

La electroquímica estudia las reacciones químicas que provocan electricidad y los fenómenos eléctricos que dan lugar a transformaciones química que se da a través de un conductor eléctrico denominado electrodo (ánodo y cátodo) y un conductor iónico (electrolito), es decir estudia los cambios producidos por la aplicación de una corriente eléctrica directa de bajo voltaje a un medio o

sustancia en un proceso llamado electrolisis o la generación de electricidad mediante reacciones químicas que se lleva a cabo en una celda o pila galvánica (Maldonado & Molina, 2011).

Marco legal.

La norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, Protección Ambiental – Lodos y Biosólidos, Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final, el cual nos presenta cuadros con los parámetros establecidos para los lodos y puedan ser usados en terrenos agrícolas y mejoramiento de suelo.

Tabla 3. Límites máximos permisibles para metales pesados en biosólidos

CONTAMINANTE (determinados en forma total)	EXCELENTES mg/kg en base seca	BUENOS mg/kg en base seca
Arsénico	41	75
Cadmio	39	85
Cromo	1 200	3 000
Cobre	1 500	4 300
Plomo	300	840
Mercurio	17	57
Níquel	420	420
Zinc	2 800	7 500

Fuente: NOM-004-SEMARNAT-2002

Tabla 4. Límites máximos permisibles para patógenos y parásitos en lodos y biosólidos

CLASE	INDICADOR BACTERIOLOGICO DE CONTAMINACION	PATOGENOS	PARASITOS
		Coliformes fecales NMP/g en base seca	<i>Salmonella spp.</i> NMP/g en base seca
A	Menor de 1 000	Menor de 3	Menor de 1(a)
B	Menor de 1 000	Menor de 3	Menor de 10
C	Menor de 2 000 000	Menor de 300	Menor de 35

Fuente: NOM-004-SEMARNAT-2002

Tabla 5. Aprovechamiento de biosólido

TIPO	CLASE	APROVECHAMIENTO
EXCELENTE	A	<ul style="list-style-type: none"> • Usos urbanos con contacto público directo durante su aplicación • Los establecidos para clase B y C
EXCELENTE O BUENO	B	<ul style="list-style-type: none"> • Usos urbanos sin contacto público directo durante su aplicación • Los establecidos para clase C
EXCELENTE O BUENO	C	<ul style="list-style-type: none"> • Usos forestales • Mejoramientos de suelos • Usos agrícolas

Fuente: NOM-004-SEMARNAT-2002

Los parámetros indicados en la tabla 3 y 4 son los valores máximos que pueden tener los lodos y biosólidos para su aprovechamiento o disposición final.

1.4. Formulación del problema.

Problema General:

¿Cuánto es la remoción de coliformes totales y fecales al aplicar el proceso electroquímico en los lodos generados en la PTAR?

Problema Específico:

- ✓ ¿Cuál es el tiempo de reacción electroquímica más eficiente para la remoción de coliformes totales y fecales de los lodos generados en la PTAR?
- ✓ ¿Cómo influye la dosis de cloruro de sodio en el tratamiento electroquímico como reductor de coliformes totales y fecales de los lodos generados en la PTAR?

1.5. Justificación del estudio.

El estudio forma parte de la observación de un problema ambiental que afecta al entorno, recursos y personas aledañas a la planta de tratamiento de aguas

residuales en el distrito de San Martín de Porres, ello debido a la presencia de concentración de los coliformes totales y fecales en los lodos activados como parte del tratamiento de las aguas residuales. Este lodo activado genera mal olor, presencia de insectos, así como filtraciones al suelo, el cual deriva en una posterior contaminación de la capa freática. Es por ello que se hace necesario tomar acción frente a este problema, para ello se propone hacer uso de procesos electroquímicos que ayude a disminuir la concentración de elementos nocivos. Conjuntamente con la reducción de esta disminución se busca reaprovechar los lodos como elemento de abono y/o compost para la agricultura o enriquecimiento de los suelos. Es dentro de este contexto que se justifica el estudio desde el aspecto práctico y ambiental, ya que la puesta en práctica del tratamiento beneficiará al ambiente y entorno de la zona de estudio.

Por otra parte la investigación se justifica desde el aspecto teórico ya que se ha comprobado escasos estudios en el ámbito nacional que han hecho uso de tratamientos para disminuir la concentración de los coliformes totales y fecales en los lodos activados generados en planta de tratamiento de aguas residuales, por lo que el desarrollo, aplicación, experimentación, resultados y conclusiones arribadas servirán de referencia para otros investigadores o personas interesadas en conocer el efecto del tratamiento con procesos electromecánicos en lodos activados por una planta de aguas residuales. De igual forma la información generada podrá ser sistematizada y ser parte del conocimiento referente a tratamientos de lodos activados en cualquier tipo de agua residual.

Finalmente, el estudio se justifica desde el aspecto metodológico, partiendo porque se ha hecho uso de los preceptos de la metodología de la investigación para trazar el plan de estudio, que implica observar un problema, plantear objetivos de estudio, Explorar la literatura relacionada a las variables de investigación, diseñar el método de estudio, proponer hipótesis, así como una herramienta de recolección de información que ayude a generar datos que serán sistematizados estadísticamente. Finalmente aceptar o rechazar las hipótesis planteadas.

1.6. Hipótesis

Hipótesis General

- ✓ El proceso electroquímico reduce la concentración de coliformes totales y fecales de los lodos generados en PTAR en más del 80%.

Hipótesis Específica

- ✓ el tiempo de reacción electroquímica influye en la eficiente para la remoción de coliformes totales y fecales de los lodos generados en la PTAR.

- ✓ La dosis de cloruro de sodio influye en la remoción de coliformes totales y fecales de los lodos generados en la PTAR.

1.7. Objetivo

Objetivo General:

Determinar la remoción de coliformes totales y fecales mediante la aplicación del proceso electroquímico a los lodos generados en la PTAR.

Objetivo Específico:

- ✓ Determinar el tiempo de reacción electroquímica más eficiente para la remoción de los coliformes totales y fecales de los lodos generados en la PTAR.

- ✓ Determinar en qué medida influye la dosis de cloruro de sodio en la reacción electroquímica para la remoción de coliformes totales y fecales de los lodos generados en la PTAR.

II. MÉTODO

2.1. Diseño de investigación

El tipo de diseño es Pre experimental, la cual seguirá los siguientes tres pasos:

1. Medición previa de la variable dependiente (antes de prueba).
2. Aplicación de la variable independiente o experimental X a los sujetos Y.
3. Medición de la variable dependiente (después de la prueba).

Esquema: Q1 – X – Q2

Dónde:

Q1 = Medición previa al tratamiento.

X = Tratamiento electroquímico

Q2 = Medición después del tratamiento.

Se tomó una primera muestra en la PTAR de Puente Piedra para que posteriormente se lleve al laboratorio Envirotest para poder determinar las concentraciones iniciales de Coliformes Totales y Fecales. Luego se sacó 15 kg de lodo para someterlo al tratamiento electroquímico en las celdas de reacción y se llevó nuevamente al laboratorio Envirotest para determinar la nueva concentración de los Coliformes Totales y Fecales y así poder determinar el porcentaje de remoción de dichos contaminantes.

Se evaluó tres diferentes tiempos de reacción electroquímica (30minutos, 60minutos, 90minutos), también se evaluó la dosis de cloruro de sodio necesario para un mejor tratamiento 5% y 20% de NaCl.

2.2. Variables, Operacionalización

Cuadro 1. Operacionalización de Variables

MATRIZ OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES						
	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
DEPENDIENTE	Remoción de coliformes totales y fecales en los lodos.	La concentración de los contaminantes y coliformes totales y fecales en las aguas residuales y lodos activados dependerá de las características físicas, químicas y biológicas presentes, luego de ser vertidas por residencias o industrias.	Prueba en laboratorio para determinar la concentración de coliformes fecales y totales.	Cantidad de coliformes totales y fecales	Concentración de remoción	continua
				Porcentaje de remoción	Eficiencia	continua
INDEPENDIENTE	Proceso electroquímico	Los procesos electroquímicos son reacciones en donde se produce la transformación entre la energía eléctrica y la energía química (Maldonado & Molina, 2011)	Se usó un recipiente de vidrio, donde se colocarán los electrodos conectados a una fuente de energía externa.	Factores electroquímicos	Tiempo de reacción en la celda	Continua
					Dosis de cloruro de sodio	Continua

Fuente: Elaboración propia, 2017

2.3. Población y Muestra

Población

La población está determinada por los lodos generados en el periodo marzo a abril – 2017, en la planta de tratamiento de aguas residuales de Puente Piedra, ubicado en el distrito de San Martín de Porres.

Muestras

La muestra previa al tratamiento fue de 15 kg, de lodo.

La muestra que se utilizó para análisis en el laboratorio, posterior a la prueba electroquímica, fue de 15 Kg.

Diseño Muestral

El método de muestreo es **no probabilístico**, siguiendo un tipo de **muestreo discrecional**, ya que las muestras fueron extraídas a criterio y necesidad del investigador.

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

El procedimiento a seguir en la investigación es el siguiente:

Recolección de muestra

En primer lugar, se recolectó 15 kg de muestra de lodos para su análisis de laboratorio, previo al tratamiento electroquímico, y así poder determinar con qué concentraciones de coliformes totales y fecales se encuentra. La muestra se colocó manualmente en un recipiente de 1 litro.

Figura 2. Toma de muestra de lodo sin tratamiento



Fuente: Elaboración propia, 2017

Almacenamiento

La muestra se colocó en un cooler con hielo a una temperatura de 4°C según la norma oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, evitando que la muestra sufra algún cambio físico, químico o microbiológico; garantizando que la muestra llegue sin alteraciones al laboratorio (Envirotest).

Figura 3. Conservación de la muestra a 4°C.



Fuente: Elaboración propia, 2017

Datos en campo

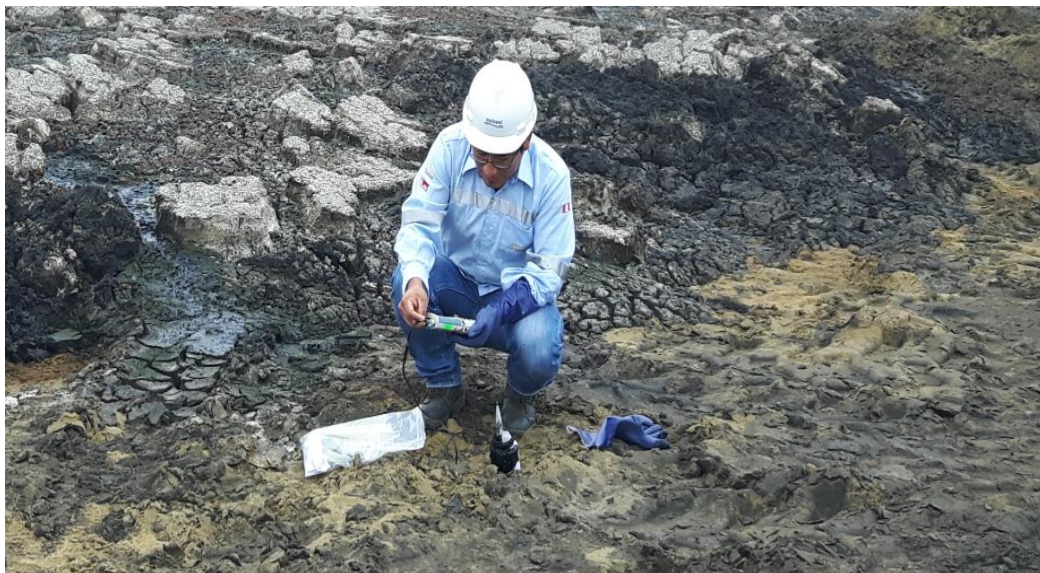
Se determinó parámetros en campo como la temperatura, pH para determinar si estos parámetros influyen en el tratamiento electroquímico.

Figura 4. Determinación de la temperatura



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 5. Determinación del pH



Fuente: Elaboración propia, 2017

Diseño de celdas

Se diseñó y construyó 6 celdas de vidrio con dimensiones de 21 cm de largo, 16 cm de ancho y 12 cm de profundidad, para depositar los lodos y electrodos de grafito, para poder ser sometidos al proceso electroquímico.

Figura 6. Celdas y frascos para la muestra



Fuente: Elaboración propia, 2017

Acondicionamiento de la muestra

Antes de someter el lodo al tratamiento electroquímico se acondicionará la muestra para un mejor tratamiento, se le añadirá un electrolito para aumentar la conductividad eléctrica en el lodo, este electrolito se preparará con cloruro de sodio (NaCl) y agua destilada a un 5 % y 20% es decir 5gr de NaCl y 20gr de NaCl disuelto el 100 ml de agua destilada.

Figura 7. Frasco de NaCl



Fuente: Elaboración propia, 2017

Procedimiento experimental

Se realizó las pruebas electroquímicas (electrolisis), separadas en seis unidades según el tiempo de reacción y dosis de cloruro de sodio. Posteriormente se llevó las muestras obtenidas al laboratorio para el análisis correspondiente, y poder determinar cuál es el porcentaje de remoción de los lodos activados en comparación de la primera muestra (lodo sin tratamiento electroquímica).

Luego de que los lodos pasaron por el tratamiento electroquímico se retiraron en recipientes inertes para que posteriormente sean llevados al laboratorio para determinar la concentración final de coliformes totales y fecales.

Cuadro 2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos



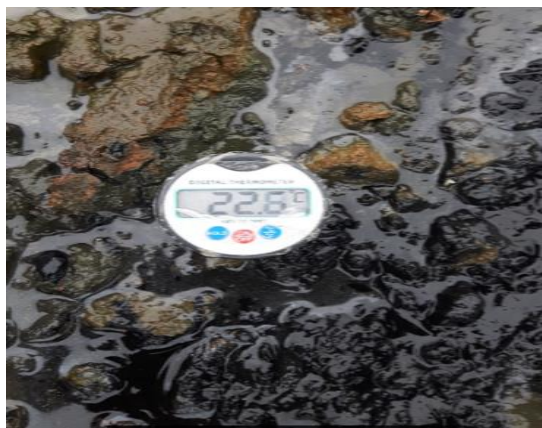




ETAPAS	FUENTES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	RESULTADOS
Muestreo de lodo	Plan de muestreo	Según laboratorio SEDAPAL	Cadena de custodia	15 kg
Análisis de lodos	Laboratorio Envirotest	-----	Ficha con parámetros microbiológicos	Reporte de análisis microbiológico
Tratamiento electroquímico (electrolisis)	Laboratorio	Tratamiento electroquímico (tiempo de reacción, tipo de electrodo, distancia entre el ánodo y cátodo)	Ficha de control de parámetros	-----
Muestreo de lodo tratado	Plan de muestreo	Según laboratorio Envirotest	Cadena de custodia	15 kg
Análisis de lodo tratado	Laboratorio Envirotest	SM 9221B. / 9221C. Standard Methods 22th Edition. SM 9221 E. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	Ficha con parámetros microbiológicos	Reporte de análisis microbiológico

Fuente: Elaboración propia, 2017

Equipos y materiales utilizados

Los equipos y materiales utilizados en la presente investigación son:

Figura 8. Equipos y materiales

Electrodos		Celdas	
			
pH-metro		Termómetro digital	
			
cooler	Fresco para muestra	Gel pack	Fuente de energía
			

Fuente: Elaboración propia, 2017

Validez

Los datos serán recolectados del campo en forma directa, utilizando formatos y fichas, diseñados para la investigación y validados por un juicio de expertos.

Los formatos validados por tres ingenieros expertos se muestran en anexos y están descritos a continuación:

- a) **Formato 1.** registro de determinación de coliformes totales con el tratamiento electroquímico.
- b) **Formato 2.** Registro determinación de coliformes fecales con el tratamiento electroquímico.
- c) **Formato 3.** hoja para la toma de muestra de lodo.

Confiabilidad

La concentración de coliformes totales y fecales antes del tratamiento electroquímico presente en el lodo generado en la plata de tratamiento de aguas residuales “Puente Piedra” serán brindados por la empresa Sedapal.

Los análisis microbiológicos después del tratamiento electroquímico serán realizados por el laboratorio Envirotet, siguiendo estándares internacionales para la confiabilidad de los resultados las cuales será:

- Coliformes totales en lodo, utilizando SM 9221B. / 9221C. Standard Methods 22th Edition.
- Coliformes fecales en lodo, utilizando SM 9221 E. / 9221C. Standard Methods 22th Edition.

Los resultados obtenidos antes y después del tratamiento electroquímico nos servirán para poder determinar la reducción de coliformes totales y fecales y así poder determinar nuestro objetivo general.

2.5. Métodos de análisis de datos

Los datos obtenidos serán analizados y evaluados en los siguientes programas.

- Excel. Para realizar formatos, cálculos, análisis, curvas, graficos, histogramas.
- Minitab. Para realizar pruebas estadísticas de hipótesis, correlación, etc.
- ArcGis. Para graficar con precisión el punto de muestreo.

2.6. Aspectos Ético

El estudio se realizó respetando los objetivos mencionados anteriormente, y no se manipularán y los datos obtenidos en el laboratorio Evirotest, tampoco se realizará plagio alguno.

III. RESULTADOS

3.1. Muestra

La muestra obtenida en la planta de tratamiento de aguas residuales antes del tratamiento electroquímico se llevó a un laboratorio para determinar la concentración de coliformes totales y fecales, también se determinó el pH y la temperatura en campo.

Figura 9. Muestra para para el análisis



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 10. Muestra en las celdas electroquímicas



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 11. Tratamiento electroquímico electroquímicas



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura 12. Muestra después del tratamiento



Fuente: Elaboración propia, 2017

3.2. Resultados de laboratorio

Los resultados de laboratorio fueron:

Tabla 6. Concentración de coliformes totales y fecales si tratamiento

Código de muestreo	171339-01		
Código de cliente	MST		
Fecha de muestreo	6/05/2017		
Hora de muestreo	9:30		
Tipo de producto	Lodo		
Tipo de ensayo	Unidad	L.C.M	Resultados
Coliformes Totales	NMP/g	1.8	1.40E+06
Coliformes fecales	NMP/g	1,8	2.80E+07

Fuente: laboratorio Envirotest

Tabla 7. Concentración de coliformes totales y fecales con tratamiento

Código de muestreo	171339-01		
Código de cliente	MT-01		
Fecha de muestreo	5/06/2017		
Hora de muestreo	17:10		
Tipo de producto	Lodo		
Tipo de ensayo	Unidad	L.C.M	Resultados
Coliformes Totales	NMP/g	1.8	23×10 ⁵
Coliformes fecales	NMP/g	1,8	33×10 ²

Fuente: Servicios Analíticos Generales S.A.C

Código de muestreo	171339-01		
Código de cliente	MT-02		
Fecha de muestreo	5/06/2017		
Hora de muestreo	17:13		
Tipo de producto	Lodo		
Tipo de ensayo	Unidad	L.C.M	Resultados
Coliformes Totales	NMP/g	1.8	130×10 ⁴
Coliformes fecales	NMP/g	1,8	13×10 ¹

Fuente: Servicios Analíticos Generales S.A.C

Código de muestreo	171339-01		
Código de cliente	MT-03		
Fecha de muestreo	5/06/2017		
Hora de muestreo	17:19		
Tipo de producto	Lodo		
Tipo de ensayo	Unidad	L.C.M	Resultados
Coliformes Totales	NMP/g	1.8	49×10 ⁵
Coliformes fecales	NMP/g	1,8	79×10 ²

Fuente: Servicios Analíticos Generales S.A.C

Código de muestreo	171339-01		
Código de cliente	MT-04		
Fecha de muestreo	6/05/2017		
Hora de muestreo	17:23		
Tipo de producto	Lodo		
Tipo de ensayo	Unidad	L.C.M	Resultados
Coliformes Totales	NMP/g	1.8	79×10 ⁴
Coliformes fecales	NMP/g	1,8	33×10 ²

Fuente: Servicios Analíticos Generales S.A.C

Código de muestreo	171339-01		
Código de cliente	MT-05		
Fecha de muestreo	6/05/2017		
Hora de muestreo	17:28		
Tipo de producto	Lodo		
Tipo de ensayo	Unidad	L.C.M	Resultados
Coliformes Totales	NMP/g	1.8	49×10 ⁵
Coliformes fecales	NMP/g	1,8	49×10 ²

Fuente: Servicios Analíticos Generales S.A.C

Código de muestreo	171339-01		
Código de cliente	MT-06		
Fecha de muestreo	6/05/2017		
Hora de muestreo	17:32		
Tipo de producto	Lodo		
Tipo de ensayo	Unidad	L.C.M	Resultados
Coliformes Totales	NMP/g	1.8	23×10 ⁵
Coliformes fecales	NMP/g	1,8	23×10 ²

Fuente: Servicios Analíticos Generales S.A.C

Cuadro N° 3 Porcentaje de remoción de los coliformes fecales.

Concentración de coliformes fecales Inicial	Código de cliente	Dosis de NaCl	Minutos	Concentración de coliformes después de tratamiento	% de Remoción
28000000 NMP/g	MT-02	5%	90	130 NMP/g	99.999
28000000 NMP/g	MT-06	20%	90	2300 NMP/g	99.991
28000000 NMP/g	MT-01	5%	60	3300 NMP/g	99,988
28000000 NMP/g	MT-04	20%	60	4300 NMP/g	99.984
28000000 NMP/g	MT-05	5%	30	4900 NMP/g	99.982
28000000 NMP/g	MT-03	20%	30	7900 NMP/g	99.971

Fuente: Elaboración propia, 2017

3.3. Resultados de campo

Los resultados obtenidos en campo fueron:

Figura 13. pH de lodos



Fuente: Elaboración propia, 2017

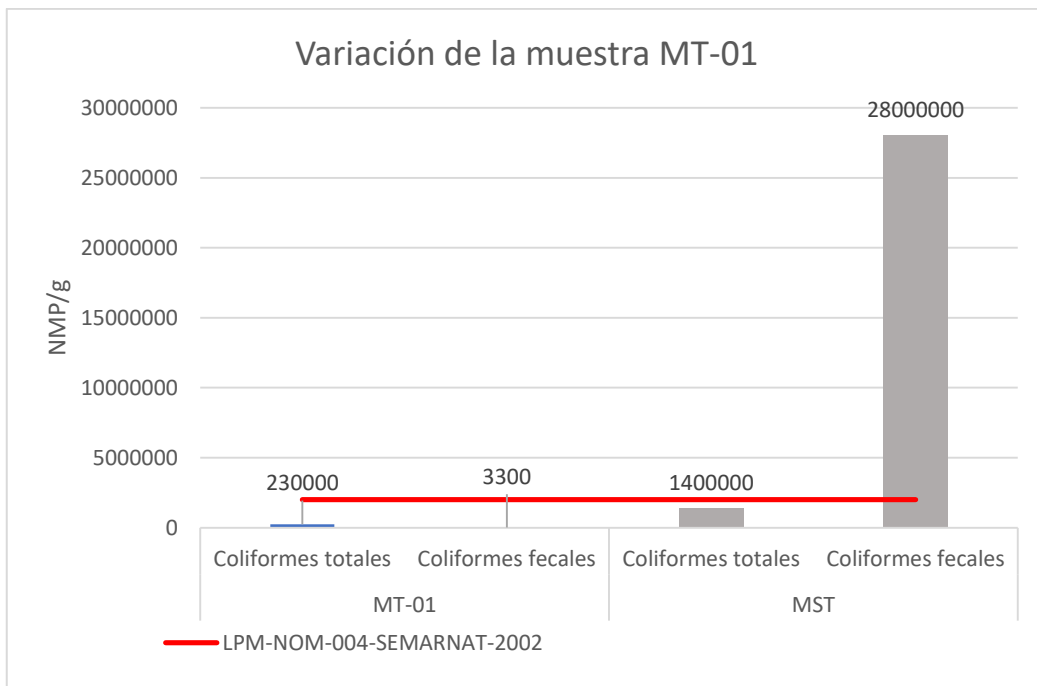
Figura 14. Temperatura



Fuente: Elaboración propia, 2017

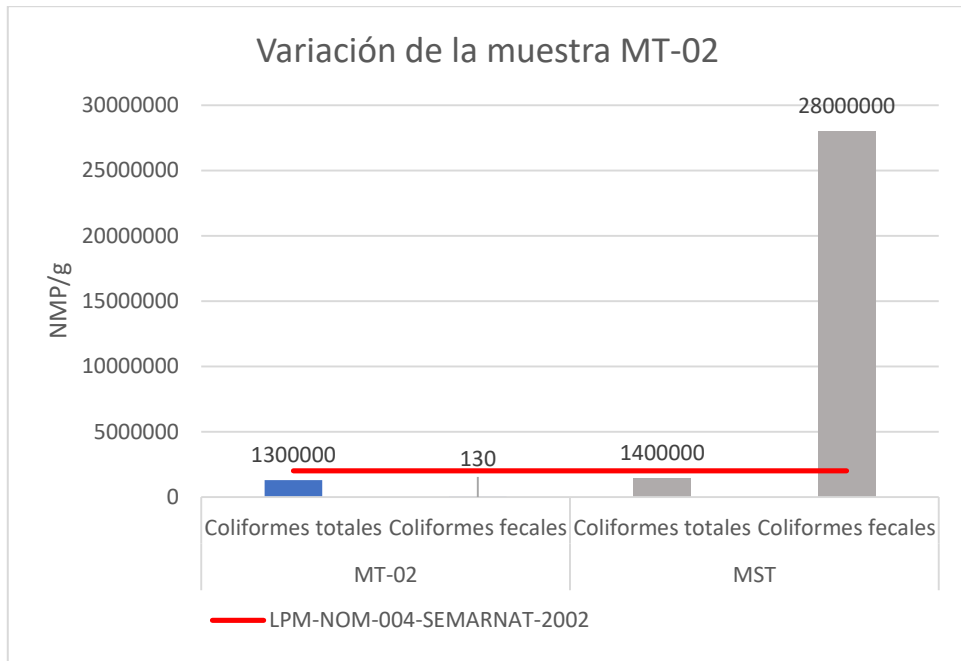
Gráficos de comparación:

Gráfico N° 1 Variación de la muestra MT-01



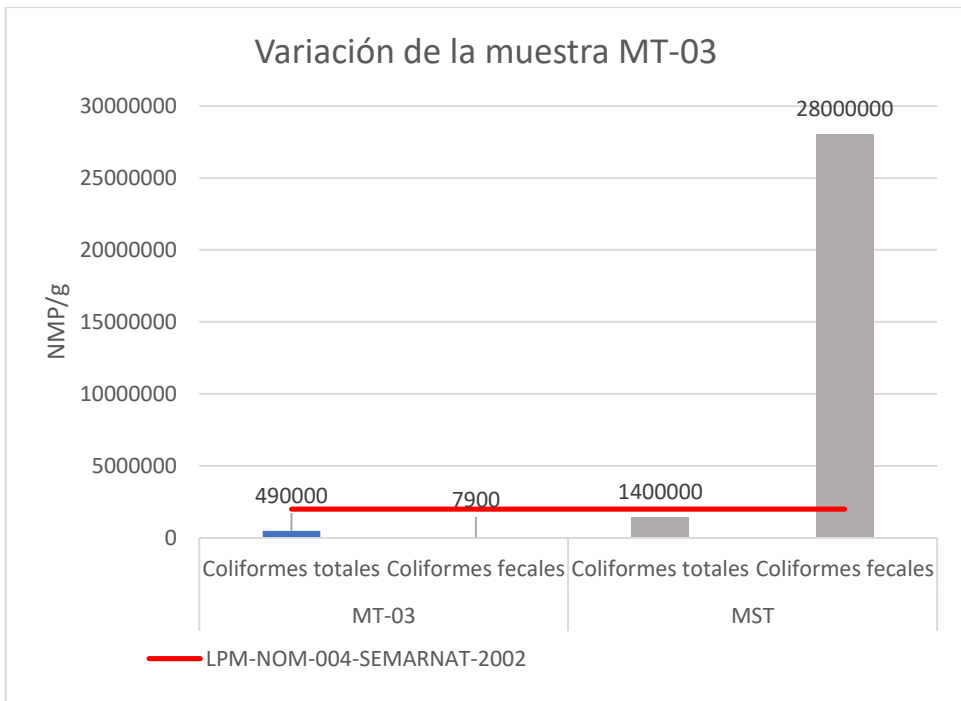
Fuente: Elaboración propia, 2017

Grafico N° 2 Variación de la muestra MT-02



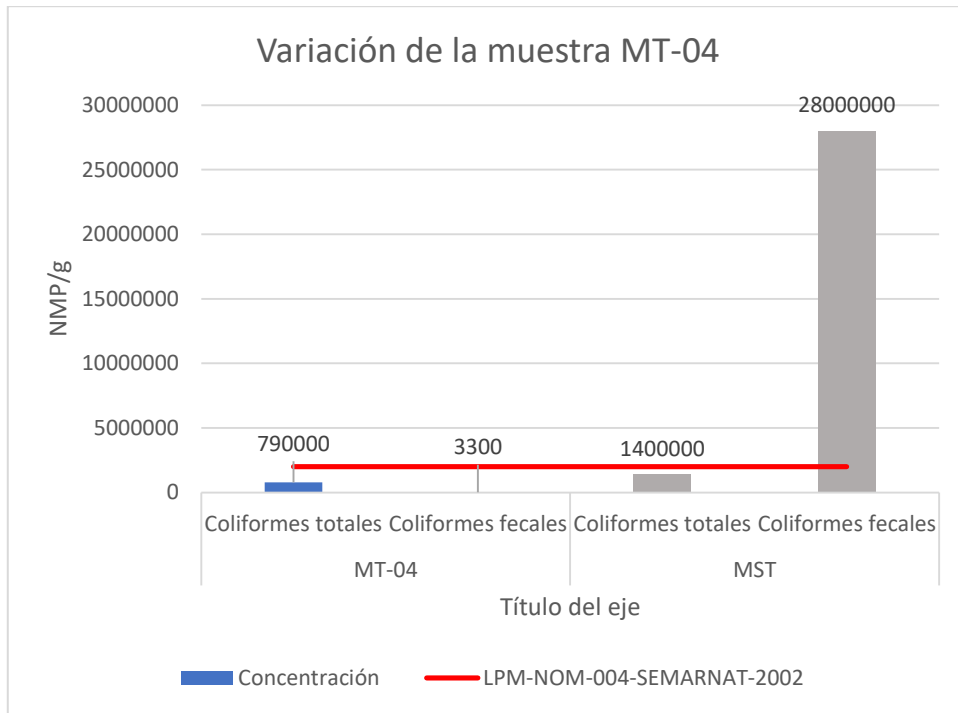
Fuente: Elaboración propia, 2017

Grafico N° 3 Variación de la muestra MT-03



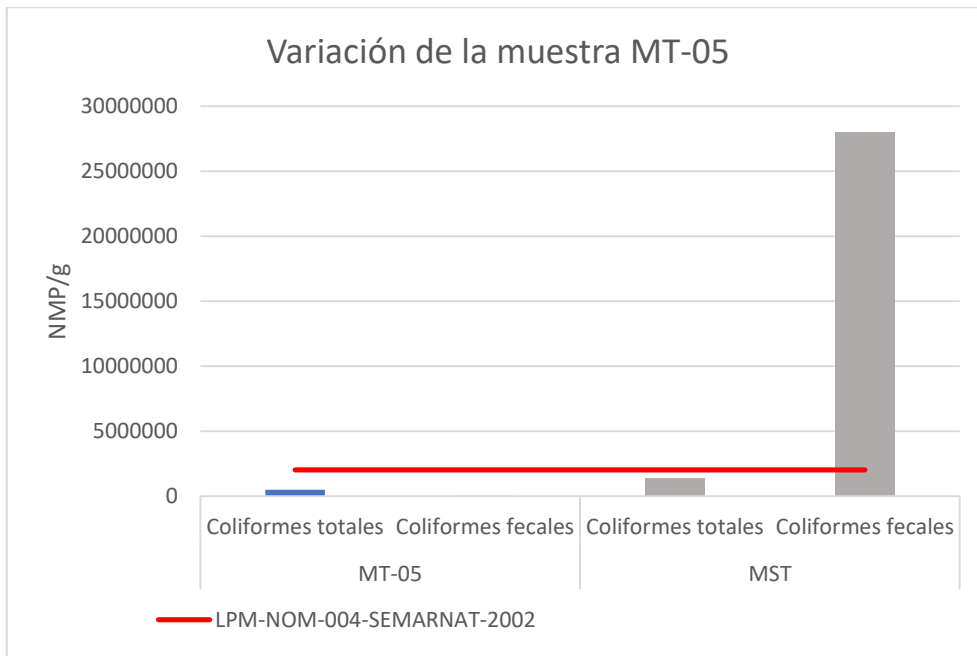
Fuente: Elaboración propia, 2017

Grafico N° 4 Variación de la muestra MT-04



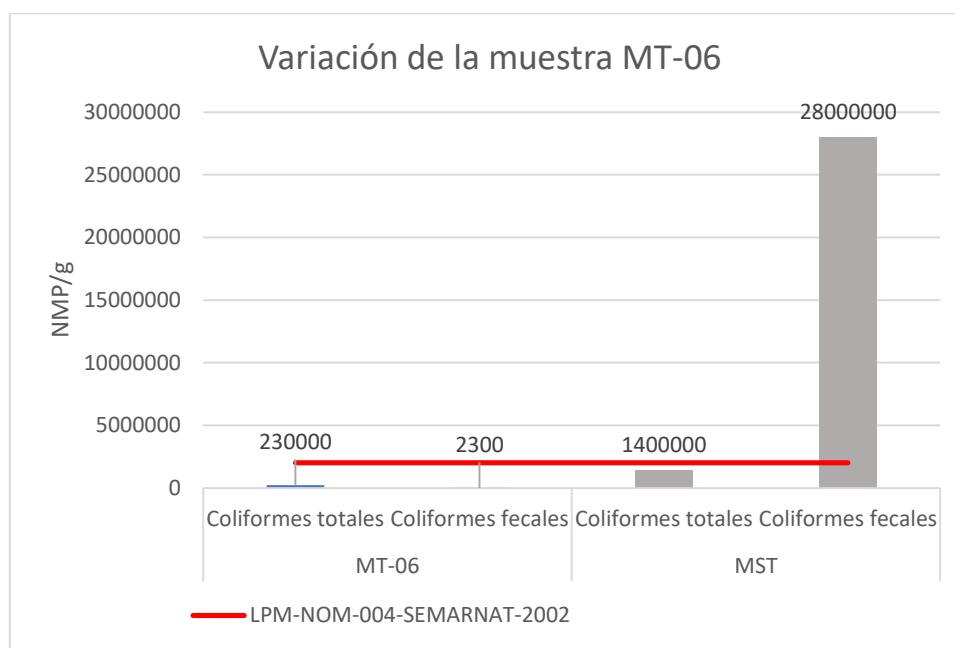
Fuente: Elaboración propia, 2017

Grafico N° 5 Variación de la muestra MT-05



Fuente: Elaboración propia, 2017

Grafico N° 6 Variación de la muestra MT-06



Fuente: Elaboración propia, 2017

Se verifica que en todos los gráficos de comparación los coliformes fecales disminuyeron drásticamente con el tratamiento electroquímico

3.4. Análisis Estadísticos

Se realizó las siguientes pruebas estadísticas mediante el software minitab versión 17 con el fin de lograr una mayor confiabilidad de los datos obtenidos como resultado de los análisis de laboratorio.

I. Diseño de Bloques Aleatorizados

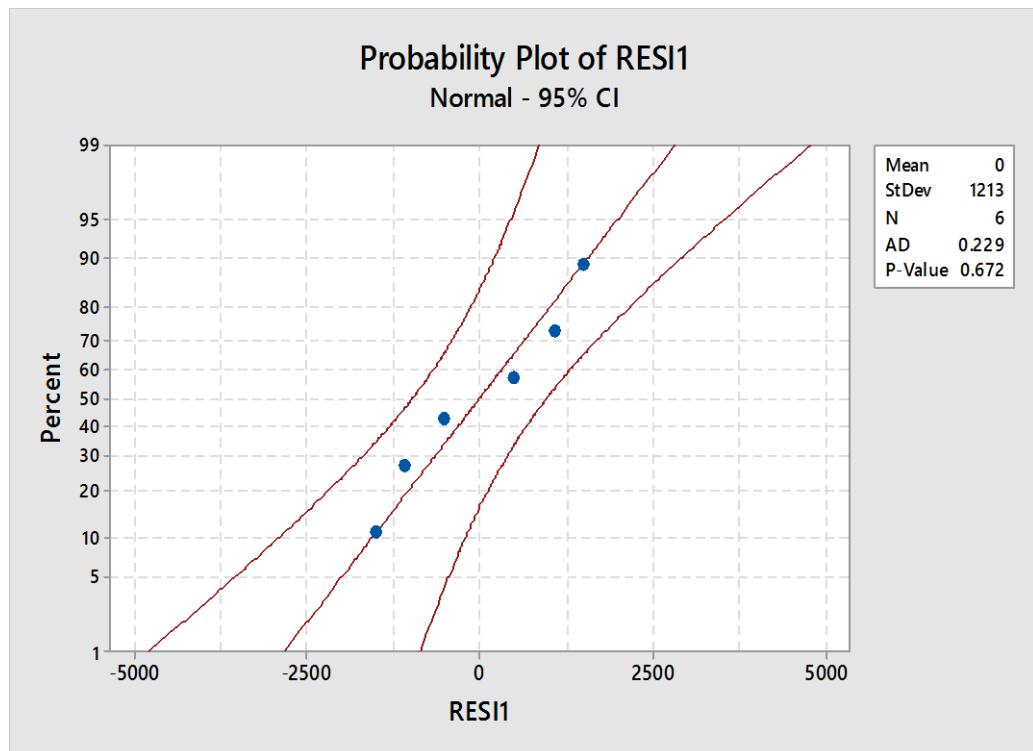
3.5. Supuestos

3.5.1. Normalidad de Errores

H₀: Los residuos tienen distribución normal

H₁: Los residuos no tienen distribución normal

Nivel de significación: $\alpha = 0.005$



Fuente: Elaboración propia, 2017

Se verifica que el “p-valor” es mayor a 0.05; entonces no se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, con un nivel de significancia del 5%; se afirma que los errores del modelo tienen distribución normal. Se cumple el supuesto.

3.5.2. Homogeneidad de Varianza

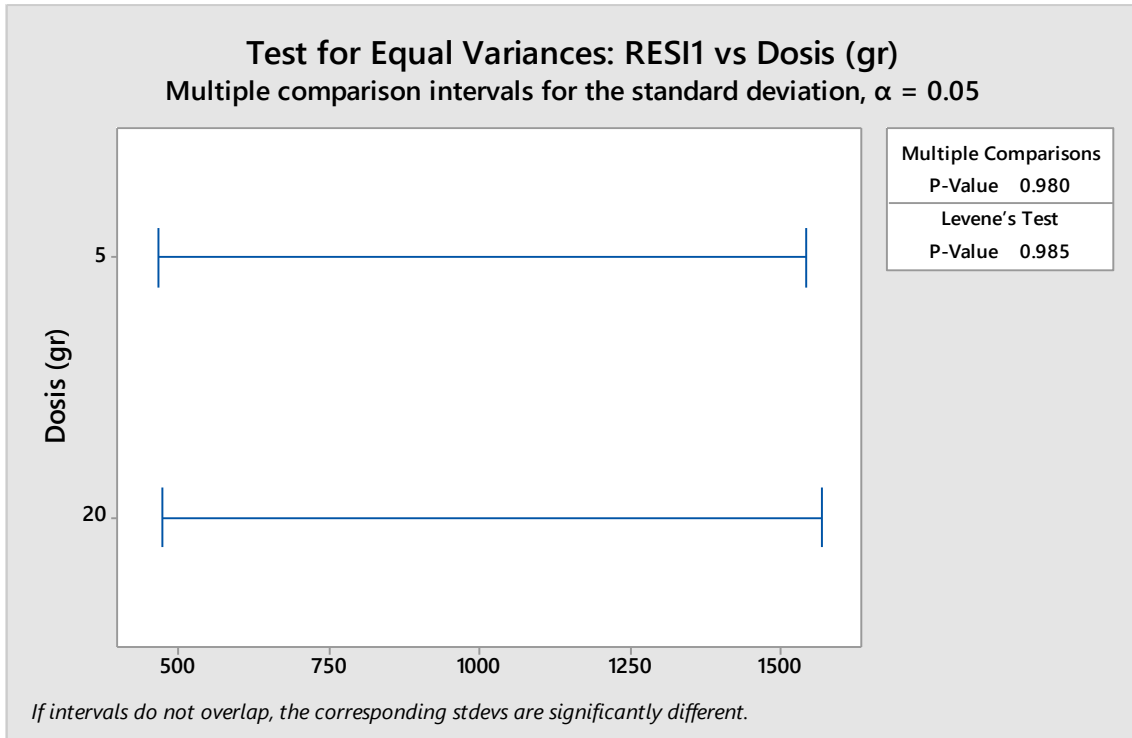
H₀: Las varianzas son homogéneas

H₁: Al menos una varianza es diferente (varianzas heterogéneas)

Nivel de significancia: $\alpha = 0.005$

Method	Statistic	P-Value
Multiple comparisons	0.00	0.980
Levene	0.00	0.985

Fuente: Elaboración propia, 2017



Fuente: Elaboración propia, 2017

Se verifica que el p-valor = 0.985 > 0.05, entonces no se rechaza la hipótesis nula por lo tanto, con un nivel de significancia de 5%; se afirma que las varianzas son homogéneas. Se cumple el supuesto.

3.6. Análisis de varianza

Tiempo	Dosis
$H_0: \mu_{30min} = \mu_{60min} = \mu_{90min}$	$H_0: \mu_{5g} = \mu_{20g}$
H_1 : Al menos una mediana es diferente	H_1 : Al menos una mediana es diferente

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Dosis (gr)	1	6344817	6344817	12.57	0.071
Minutos	2	26884300	13442150	26.63	0.036
Error	2	1009633	504817		
Total	5	34238750			

Fuente: Elaboración propia, 2017

Tiempo P-valor = 0.036 < 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, con un nivel de significancia de 5%; se afirma que al menos en un tiempo de reacción, el promedio de remoción de coliformes es diferente a los demás. El tiempo influye significativamente sobre la remoción de coliformes.

Dosis p-valor = 0.071 > 0.05, entonces no se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, con un nivel de significancia de 5%; se afirma que los promedios de remoción de coliformes son iguales en todas las dosis. Las dosis no influyen significativamente en la remoción de coliformes.

3.7. Prueba de comparaciones múltiples (tukey)

H ₀ : U _{30min} =U _{60min}	H ₀ : U _{30min} =U _{90min}	H ₀ : U _{60min} =U _{90min}
H ₁ : U _{30min} ≠U _{60min}	H ₁ : U _{30min} ≠U _{90min}	H ₁ : U _{60min} ≠U _{90min}

En la tabla, se presenta los resultados de la prueba Tukey, en el cual se identificó la significancia del tiempo en comparación con la remoción de los coliforme.

Minutos	N	Mean	Grouping
30	2	6400	A
60	2	3800	A B
90	2	1215	B

Fuente: Elaboración propia, 2017

II. Prueba de una media poblacional

$$H_0 = u_{\text{después}} \geq 28000000$$

$$H_1 = u_{\text{después}} < 28000000$$

Nivel de significación: $\alpha = 0,05$

Resumen del minitab

One-Sample T: Resultado

Test of $\mu = 28000000$ vs $\neq 28000000$

En la tabla, se presenta los resultados de la prueba de una media poblacional, en la cual se comprueba la hipnosis general tomando en cuenta la concentración de coliformes iniciales y el promedio de las concentraciones posteriores que han sido brindados luego del análisis de laboratorio.

Variable	N	Mean	StDev	SE Mean	95% CI	T	P
Resultado	6	3805	2617	1068	(1059, 6551)	-26206.00	0.000

Fuente: Elaboración propia, 2017

p-valor = 0.036 < 0,05, entonces se rechaza la hipótesis nula.

Por lo tanto, con un nivel de significancia del 5%; se afirma que la concentración de coliformes se ha reducido significativamente después de la aplicación de la dosis y el tiempo de reacción electroquímica,

IV. DISCUSIÓN

- ✓ En esta investigación, se logró determinar que el tratamiento electroquímico, permitió reducir considerablemente la concentración de coliformes fecales presente en los lodos, esta investigación se asemeja a los resultados obtenidos por GARCÍA, María (2016) quien demostró que en su investigación que al aplica el proceso electroquímico se reduce al 100% la concentración de coliformes.

- ✓ LLIVICHUZCA, Maricela (2016) indica en sus resultados que la aplicación de electroquímicos remueve en 100% la concentración de huevos helmintos en los lodos residuales, lo cual coincide con el tratamiento electroquímico para la reducción de coliformes puesto que la remoción se asemeja al 100%.

- ✓ BARBOZA, Gloria (2011) menciona que el tratamiento electroquímico en las aguas residual reduce la carga orgánica y la presencia de coliformes en un tiempo de reacción de 25 minutos, por su parte en esta investigación se estima que para reducir la concentración de coliformes en los lodos a un 95% tiene que ser un tiempo de 60 a 90 minutos de reacción electroquímica.

- ✓ FRANCISCO, Jenny. RAMOS Pedro y AGUIRRE Guillermo (2011) presentaron su investigación “Aprovechamiento agrícola del lodo generado en la PTAR de Puente Piedra – Lima” el cual nos menciona que los lodos generados en la PETAR se pueden aprovechar en las zonas agrícolas como bio abono pero según esta investigación se debe hacer un previo tratamiento puesto que tiene altas concentraciones de coliformes.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones están en relación con la hipótesis y objetivos. Los resultados son los siguientes:

- ✓ El proceso electroquímico utilizado en la investigación, para la reducción de coliformes totales y fecales en los lodos generados por la planta de tratamiento de aguas residuales tiene una eficiencia de remoción mayor al 80%, puesto que su porcentaje de remoción es cercano al 100%.
- ✓ El proceso electroquímico requiere 90 minutos como tiempo de reacción para reducir la concentración de coliformes totales y fecales a un 99.99%. sin embargo, se obtuvo en base a pruebas estadísticas que un tiempo de reacción que varía entre 60 a 90 minutos es el más óptimo para lograr una más alta remoción de dichos contaminantes.
- ✓ Se concluye que las dosis de cloruro de sodio añadidas a las reacciones electroquímicas para la remoción de coliformes totales y fecales ayudaron con la remoción, pero no fue de gran significancia estadística.
- ✓ Según la norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002 los lodos obtenidos después del tratamiento están considerados de tipo C (excelente o bueno) y se puede aprovechar como usos forestales, mejoramiento de suelos y uso agrícola.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones que se sugiere son en relación a los resultados de la investigación:

- ✓ Se recomienda usar tiempos de reacción electroquímica más amplios para identificar si las concentraciones de coliformes varían en algo.
- ✓ En posteriores investigaciones se recomienda usar otros tipos de electrodos para identificar si influyen en comparación de los electrodos de carbono.
- ✓ Los lodos tratados por este método cumplen la norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002 y pueden ser usados como abono orgánico.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✓ AGUILAR, Edwar. *Evaluación de la eficiencia de una celda de electrocoagulación a escala laboratorio para el tratamiento de agua*. Tesis (Magíster en Ciencias Ambientales). Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2015. Disponible en:

http://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/cybertesis/4303/3/Aguilar_ae.pdf

- ✓ BARBOZA, Gloria. *Reducción de la Carga de Contaminantes de las Aguas Residuales de la Planta de Tratamiento de Tora–Ayacucho Empleando la Técnica de Electrocoagulación*. Tesis (Maestría en Química). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 2011. Disponible en:

http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/338/1/barboza_pg.pdf

- ✓ BEDOYA, Katherine, et al. *Caracterización de biosólidos generados en la planta de tratamiento de agua residual San Fernando, Itagüí (Antioquia, Colombia)*. Rev. Salud pública vol.15 n.5 Bogotá Sep./oct. 2013. Disponible en:

http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S012400642013000500013

- ✓ BURGA, Alberto (2014). *Valoración de lodos sedimentados generados en las lagunas de estabilización de EPSEL para uso como abono orgánico*. Tesis (Ingeniero Industrial). Chiclayo: Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2014. Disponible en:

http://tesis.usat.edu.pe/jspui/bitstream/123456789/525/1/TL_Burga_Rafael_AlbertoFernando.pdf

- ✓ CONDADO, Jorge. *Alternativas de disposición final de lodos estabilizados de la planta de tratamiento de aguas residuales de Xalapa, Veracruz*. Tesis (Ingeniero Civil). Veracruz: Universidad Veracruzana, 2012. Disponible en:
<http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/30571/1/CondadoLozano.pdf>

- ✓ FRANCISCO, Jenny. RAMOS Pedro y AGUIRRE Guillermo. *Aprovechamiento agrícola del lodo generado en la PTAR de Puente Piedra – Lima*. Universidad Nacional del Callao. Rev. Soc. Quím. Perú v.77 n.1 Lima ene./mar. 2011. Disponible en:
http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810634X2011000100008
ISSN 1810-634X

- ✓ GALVIS, Juliana. RIVERA, Ximena. *Caracterización fisicoquímica y microbiológica de los lodos presentes en la planta de tratamiento de aguas residuales industriales (PTARI) de la empresa Jugos Hit de la ciudad de Pereira*. Tesis (Ingeniero Químico). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2011. Disponible en:
<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/3898/62839G182.pdf?sequence=1>

- ✓ GARCÍA, María. *Tratamientos de lodos residuales procedentes de aguas residuales mediante procesos electroquímicos para la disminución de la concentración de coliformes fecales y totales*. Tesis (Ingeniero Ambiental). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2016. Disponible en:
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12044/1/UPS-CT005866.pdf>

- ✓ LINARES, Ivonne, et al. *Oxidación de materia orgánica persistente en aguas residuales industriales mediante tratamientos electroquímicos*. Rev. Avances en ciencias e ingeniería. Vol. 2(1), pp. 21-36 (2011). Disponible en:
<http://www.redalyc.org/pdf/3236/323627681003.pdf>

- ✓ LÓPEZ, Socorro, et al. *Tratamiento de lodos residuales municipales con un proceso aerobio-termofílico*. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. 2011. Disponible en:
<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/peru/mextar014.pdf>

- ✓ LLIVICHUZCA, Maricela. *Tratamiento de lodos residuales procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales mediante procesos electroquímicos para la disminución de la concentración de huevos helmintos*. Tesis (Ingeniero Ambiental) Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, 2016. Disponible en:
<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12048/1/UPS-CT005871.pdf>

- ✓ SUNASS - Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. *Diagnóstico de las plantas de tratamiento de aguas residuales en el ámbito de operación de las entidades prestadoras de servicios de saneamiento*. Perú. 2015. Disponible en:
<http://www.sunass.gob.pe/doc/Publicaciones/ptar.pdf>

- ✓ VÁSQUEZ, Alejandro, et al. *Propuesta de mejora de tratamiento de aguas residuales en una empresa pesquera*. Tesis (Ingeniero Industrial). Piura: Universidad de Piura, 2013. Disponible en:

https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1712/PYT__Informe_Final___PMTAR.pdf?seque.

- ✓ *BACTERIAS indicadoras de contaminación fecal en la evaluación de la calidad de las aguas* por Jeny LAREA [et al]. Revista CENIC ciencias biológicas [en línea]. Vol. 44, 2013. Disponible en:

<http://revista.cnic.edu.cu/revistaCB/articulos/bacterias-indicadoras-de-contaminaci%C3%B3n-fecal-en-la-evaluaci%C3%B3n-de-la-calidad-de-las-aguas>

- ✓ *Contaminación por coliformes y helmintos en los ríos Texcoco, Chapingo y San Bernardino tributarios de la parte oriental de la Cuenca del Valle de México* por Ricardo RIVERA [et al]. Revista internacional contaminación ambiental [en línea]. Vol. 23, no 2 México 2007. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-49992007000200003

- ✓ PEREZ, María. *Tratamiento de lodos residuales procedentes de planta de tratamiento de aguas residuales mediante procesos electroquímicos para la disminución de metales pesados (Pb)*. Tesis (ingeniería ambiental). Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca 2016. Disponible en:

<file:///E:/antecedentes%20de%20tesis/tesis%20de%20lodos%20y%20coliformes.pdf>

- ✓ MALDONADO, Rogel *estudio para la reducción de colorantes de las aguas residuales de la industria textil a través de procesos electroquímicos*. Tesis previo a la obtención del título de ingeniería ambiental. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca 2011. Disponible en:

<http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1508/13/UPS-CT002191.pd>

Anexo 2. **Formato 1.** Registro de determinación de coliformes totales con el tratamiento electroquímico.

DETERMINACION DE COLIFORMES TOTALES CON EL TRATAMIENTO ELECTROQUIMICO

MUESTRA	TIEMPO	DOSSIS DE CLORURO DE SODIO	TENSION CONTINUA	METODO UTILIZADO EN LABORATORIO	UNIDAD	REMOCION
						GRAFITO
PRIMERO	30min	5 gr	12_15 V	SM 9221 E. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO
SEGUNDO	60min	5 gr	12_15 V	SM 9221 E. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO
TERCERO	90min	5 gr	12_15 V	SM 9221 E. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO

MUESTRA	TIEMPO	DOSSIS DE CLORURO DE SODIO	TENSION CONTINUA	METODO UTILIZADO EN LABORATORIO	UNIDAD	REMOCION
						GRAFITO
PRIMERO	30min	20 gr	12_15 V	SM 9221B. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO
SEGUNDO	60min	20 gr	12_15 V	SM 9221B. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO
TERCERO	90min	20 gr	12_15 V	SM 9221B. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO

Anexo 3. **Formato 2.** Registro determinación de coliformes fecales con el tratamiento electroquímico.

DETERMINACION DE COLIFORMES FECALES CON EL TRATAMIENTO ELECTROQUIMICO

MUESTRA	TIEMPO	DOSSIS DE CLORURO DE SODIO	TENSION CONTINUA	METODO UTILIZADO EN LABORATORIO	UNIDAD	REMOCION
						GRAFITO
PRIMERO	30min	5 gr	12_15 V	SM 9221 E. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO
SEGUNDO	60min	5 gr	12_15 V	SM 9221 E. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO
TERCERO	90min	5 gr	12_15 V	SM 9221 E. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO

MUESTRA	TIEMPO	DOSSIS DE CLORURO DE SODIO	TENSION CONTINUA	METODO UTILIZADO EN LABORATORIO	UNIDAD	REMOCION
						GRAFITO
PRIMERO	30min	20 gr	12_15 V	SM 9221B. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO
SEGUNDO	60min	20 gr	12_15 V	SM 9221B. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO
TERCERO	90min	20 gr	12_15 V	SM 9221B. / 9221C. Standard Methods 22th Edition	NMP /100mL	GRAFITO

Anexo 4. **Formato 3.** hoja para la toma de muestra de lodo.

HOJA PARA LA TOMA DE MUESTRA DE LODOS

CODIGO DE MUESTRA	Coordenada UTM ZONA 18 L -		DESCRIPCION DE FACTORES AMBIENTALES	RESULTADOS
	N(y)	E(x)		

ANEXO 5. Validación de instrumento (Formato1, Formato2, Formato4, Formato5 y Formato6)



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres.....
- 1.2. Cargo e institución donde labora.....
- 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación.....
- 1.4. Autor(A) de Instrumento.....

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.													
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.													
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.													
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.													
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.													
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.													
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.													
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.													

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

%

Lima,..... del 20

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No..... Telf.....



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombres: CABELLO TORRES RITA
 1.2. Cargo e institución donde labora:
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación:
 1.4. Autor(A) de instrumento: ARAND SALAZAR, SANTIMONY

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					BASTANTE ACEPTABLE				ACEPTABLE			
		4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	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	

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, del 2015


 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 05947396 Tel.



VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1. Apellidos y Nombre: FEDALTA MELINA JUAN ALBERTO
 1.2. Cargo e institución donde labora: _____
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: _____
 1.4. Autor(A) de Instrumento: ARRAZO SALAZAR, SANTIAGO

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

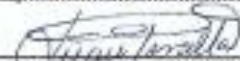
CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE		BIMOMENT ACEPTABLE		ACEPTABLE			100	
		4 0	5 5	6 5	7 0	8 5	9 0	9 5		
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje comprensible.							X		
2. OBJETIVIDAD	Está adecuado a las leyes y principios científicos.							X		
3. ACTUALIDAD	Está adherido a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.							X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.							X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales							X		
6. INTENCIONALIDAD	Está adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.							X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.							X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.							X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.							X		
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.							X		

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85 %

Lima, 22 de noviembre del 2015

 FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE
DNI No. 0912199 Telf. _____

CIP 56071

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres: Valdivia Gonzales Luján
 1.2. Cargo e Institución donde labora: DR
 1.3. Nombre del instrumento motivo de evaluación: ARBUJO
 1.4. Autor(A) de Instrumento: 5819298, 5819298

ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					BASTANTE ACEPTABLE					ACEPTABLE				
		4	4	5	5	6	6	7	7	8	8	9	9	10	10	
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		

II. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

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

X

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

Lima, 22 Noviembre del 2015

FIRMA DEL EXPERTO INFORMANTE

DNI No. 401203 Telef.

Anexo 7. Resultados de laboratorio



INFORME DE ENSAYO N° 171339

Nombre del Cliente : SANTIANNY ARAUJO
 Dirección : Asc. Viviendas 13 de Mayo Mz B Lt 12
 Solicitado Por : SANTIANNY ARAUJO
 Referencia : Cotización N° 05017
 Proyecto : Reservado por el cliente
 Procedencia : Reservado por el cliente
 Muestreo Realizado Por : SANTIANNY ARAUJO
 Cantidad de Muestra : 1
 Producto : Lodo
 Fecha de Recepción : 2017/05/06
 Fecha de Ensayo : 2017/05/06 al 2017/05/20
 Fecha de Emisión : 2017/05/20

La muestra fue recepcionada en buenas condiciones

I. Resultados

Código de Laboratorio	171339-01		
Código de Cliente	MST		
Fecha de Muestreo	06/05/2017		
Hora de Muestreo (h)	09:30		
Tipo de Producto	Lodo		
Tipo Ensayo	Unidad	L.C.M.	Resultados
Microbiológicos			
Coliformes totales	NMP/100 mL	1,8	1,4E+06
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1,8	2,8E+07

Leyenda: L.C.M. = Límite de cuantificación del método, L.D.M. = Límite de detección del método, "<"= Menor que el L.C.M. o L.D.M. indicado **R=Resolución cuantificable, "N"= No Analizado, ">" = Mayor al rango lineal permitido por la técnica analítica -LD= Límite de Detección de Método.

II - Métodos y Referencias

Tipo Ensayo	Norma Referencia	Título
Microbiológicos		
Fecal Coliform Bacteria	SM 9221 E / 9221C, 22nd. Ed. 2012	Enumeration of Fecal Coliforms by MPN method Fecal Coliform Procedure
Total Coliform Bacteria	SM 9221 B / 9221C, 22nd. Ed. 2012	Enumeration of Total Coliforms by MPN method Standard Total Coliform fermentation Technique

SIGLAS: *SM*: Standard methods for the examination of Water and Wastewater APHA, AWWA, WEF 22nd Ed. 2012

Sissy Alvarez M.
 Jefe de Microbiología
 C.B.P. N° 9928

Los resultados presentados corresponden sólo a la muestra indicada, según la cadena de custodia correspondiente.
 Estos resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas del producto.
 El tiempo de custodia de la muestra es de un mes calendario desde el ingreso de la muestra al Laboratorio.
 El tiempo de perecibilidad de la muestra está en función a lo declarado en los métodos normalizados de ensayo y rige desde la toma de muestra.
 Está prohibido la reproducción parcial del presente documento, salvo autorización de Envirotest S.A.C.

** FIN DEL INFORME **



SERVICIOS ANALÍTICOS GENERALES S.A.C.

SAG

EXPERTS WORKING FOR YOU

INFORME DE ENSAYO N° 112851-2017

RAZÓN SOCIAL : SANTIANNY CÉSAR ARAUJO SALAZAR
DOMICILIO LEGAL : MZ. B LT. 12 ASOC. VIVIENDA LOS MOLINOS - PUENTE PIEDRA
SOLICITADO POR : SANTIANNY CÉSAR ARAUJO SALAZAR
REFERENCIA : PETAR
PROCEDENCIA : LIMA
FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS : 2017-06-05
FECHA DE INICIO DE ENSAYOS : 2017-06-05
MUESTREADO POR : EL CLIENTE

I. METODOLOGÍA DE ENSAYO:

Ensayo	Método	L.C.	Unidades
Coliformes Fecales	NOM-004-SEMARNAT-2002. Protección Ambiental - Lodos y biosólidos- Especificaciones máximas permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y Disposición Final. // SM 9221 B. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique	1.8	NMP/g ST
Coliformes Totales	NOM-004-SEMARNAT-2002. Protección Ambiental - Lodos y biosólidos- Especificaciones máximas permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y Disposición Final. // SM 9221 B. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique	1.8	NMP/g ST

L.C.: límite de cuantificación.

II. RESULTADOS

Producto declarado	Lodo	Lodo	Lodo	Lodo
Matriz analizada	Lodo	Lodo	Lodo	Lodo
Fecha de muestreo	2017-06-05	2017-06-05	2017-06-05	2017-06-05
Hora de inicio de muestreo (h)	17:10	17:13	17:19	17:23
Condiciones de la muestra	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada
Código del Cliente	MT-01	MT-02	MT-03	MT-04
Código del Laboratorio	1706287	1706288	1706289	1706290
Ensayo	unidades	Resultados		
Coliformes Totales	NMP/g ST	23 x 10 ⁵	130 x 10 ⁴	49 x 10 ⁵
Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/g ST	33 x 10 ⁵	13 x 10 ⁴	79 x 10 ⁵
Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/g ST	33 x 10 ⁵	13 x 10 ⁴	79 x 10 ⁵
Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/g ST	33 x 10 ⁵	13 x 10 ⁴	79 x 10 ⁵
Producto declarado	Lodo	Lodo	Lodo	Lodo
Matriz analizada	Lodo	Lodo	Lodo	Lodo
Fecha de muestreo	2017-06-05	2017-06-05	2017-06-05	2017-06-05
Hora de inicio de muestreo (h)	17:28	17:32	17:32	17:32
Condiciones de la muestra	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada	Refrigerada
Código del Cliente	MT-05	MT-06	MT-06	MT-06
Código del Laboratorio	1706291	1706292	1706292	1706292
Ensayo	unidades	Resultados		
Coliformes Totales	NMP/g ST	49 x 10 ⁵	23 x 10 ⁵	23 x 10 ⁵
Coliformes Fecales ⁽¹⁾	NMP/g ST	49 x 10 ⁵	23 x 10 ⁵	23 x 10 ⁵

A. Aparicio Estrada
Blgo. Roger Aparicio Estrada
C.B.P. N° 7403
Asesor Técnico Biológico

(1) Coliformes Fecales es lo mismo que coliformes termotolerantes.

Lima, 12 de Junio del 2017

SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, (SMEWW) -APHA-AWWA-WEF, 22nd Edition 2012. EPA: U.S. Environmental Protection Agency. ASTM: American Society for Testing and Materials - NTP: Norma Técnica Peruana
OBSERVACIONES: Está prohibido la reproducción parcial o total del presente documento a menos que sea bajo la autorización escrita de Servicios Analíticos Generales S.A.C. Sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Las muestras serán conservadas de acuerdo al periodo de perecibilidad del parámetro analizado con un máximo de 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Página 1 de 1

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

Cod: FI01
 Version:08
 F.E: 08/2016

Av. Naciones Unidas N° 1565 Chacra Ríos Norte - Lima 01 - Perú Central Telefónica: 511 425 7227 / 425 6885 RPC: 994976442 Nextel: 98-109*1133
 Website: www.sagperu.com E-mail:sagperu@sagperu.com, laboratorio@sagperu.com

Anexo 8. Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES							
			VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICION	Unidad de excreción	
¿Cuánto es la reducción de coliformes totales y fecales al aplicar el proceso electroquímico en los lodos activados de la PTAR 'Puente Piedra'?	Determinar la reducción de coliformes totales y fecales mediante la aplicación del proceso electroquímico a los lodos activados de la PTAR 'Puente Piedra'.	El proceso electroquímico reduce la concentración de coliformes totales y fecales de los lodos activados de la PTAR 'Puente Piedra' en más del 80%.	DEPENDIENTE	Remoción de coliformes totales y fecales en los lodos activados.	La concentración de los contaminantes y coliformes totales y fecales en las aguas residuales y lodos activados dependerá de las características físicas, químicas y biológicas presentes, luego de ser vertidas por residencias o industrias.	Prueba en laboratorio para determinar la concentración de coliformes fecales y totales.	Cantidad de coliformes totales y fecales	Concentración de remoción	continua	NMP/gr
								Porcentaje de remoción	Eficiencia	continua
¿Cuáles son los electrodos más eficientes para la reducción de coliformes totales y fecales de los lodos activados de la PTAR 'Puente Piedra'?	Determinar el electrodo más eficiente para la reducción de los coliformes totales y fecales de los lodos activados de la PTAR 'Puente Piedra'	El grafito es el electrodo más eficiente para la reducción de coliformes totales y fecales de los lodos activados de la PTAR 'Puente Piedra', en relación al electrodo de hierro.	INDEPENDIENTE	Proceso electroquímico	Los procesos electroquímicos son reacciones en donde se produce la transformación entre la energía eléctrica y la energía química.	Se usará un recipiente de vidrio, donde se colocarán los electrodos conectados a una fuente de energía externa.	Factores electroquímicos	Distancia entre ánodo y cátodo	Continua	Cm
								Tiempo de reacción en la celda	Continua	minutos
								Tipo de electrodo	Nominal	-----
¿Cómo influye las distancias entre ánodo y cátodo del tratamiento electroquímico como reductor de coliformes totales y fecales de los lodos activados de la PTAR 'Puente Piedra'?	Definir la distancia más eficiente entre ánodo y cátodo para el tratamiento electroquímico como reductor de coliformes totales y fecales de los lodos activados de la PTAR 'Puente Piedra'.	A mayor distancia entre cátodo y ánodo, mayor reducción de coliformes totales y fecales de los lodos activados de la PTAR 'Puente Piedra'.								