

UNIVERSIDAD SAN PEDRO

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA CIVIL



**Remoción de arsénico mediante un biofiltro utilizando
ceniza de cascara de naranja (*Citrus Cinensis*) en las
aguas del Río Santa - Ticapampa - 2020**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Torres Melgarejo, Samir Alexander

Asesor

Solar Jara, Miguel Angel

Chimbote – Perú
2020

Índice General

Palabras clave - Key words - Línea de investigación	i
Título	ii
Resumen	iii
Abstract	iv
1. Introducción	1
2. Metodología	33
3. Resultados	40
4. Análisis y Discusión	52
5. Conclusiones y recomendaciones	55
6. Referencias bibliográficas	57
7. Agradecimiento	57
8. Anexos y apéndice	60

Índice de Tablas

Tabla 1. Estándares de Calidad de Agua para el consumo Humano	13
Tabla 2. Componentes biológicos de la cascara de naranja	23
Tabla 3. Monitoreo de contenido de arsénico del Rio Santa (RSant2)	29
Tabla 4. Variable dependiente	32
Tabla 5. Variable independiente	32
Tabla 6. Resultados de los parámetros hidráulicos para el dimensionamiento del biofiltro	40
Tabla 7. Resultados de las medidas del prototipo biofiltro	40
Tabla 8. Resultados del análisis de composición de química de la ceniza de cáscara de naranja a través del ensayo de Efluorescencia de Rayos X	41
Tabla 9. Resultados del análisis de pH de la ceniza de cascara de naranja activada térmicamente	43
Tabla 10. Resultados del análisis de Solidos Totales Disueltos (S. T. D.) de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación.	44
Tabla 11. Resultados del análisis de Cloruros de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación.	45
Tabla 12. Resultados del análisis de Turbidez de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación.	46
Tabla 13. Resultados del análisis de Conductividad de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación	47
Tabla 14. Resultados del análisis de pH de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación	48
Tabla 15. Resultados del análisis de contenido de arsénico (As) de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación	49
Tabla 16. Porcentaje de remoción de arsénico (As) con ceniza de cáscara de naranja	50

Índice de Figuras

Figura 1. Muestra un riñón con padecimiento de cáncer, por una exposición al arsénico. (Gehle, 2009).	10
Figura 2. Muestra el crecimiento del pulmón izquierdo, el cual tiene cáncer. (Gehle, 2009).	11
Figura 3. Interacción de partículas coloidales por medio del coagulante. (Arboleda Valencia, 1992)	15
Figura 4. Configuración esquemática de la doble capa eléctrica. (Arboleda Valencia, 1992)	18
Figura 5. Composición química de la Celulosa (Garces & Coava, 2012, pg. 31)	24
Figura 6. Composición química de la Hemicelulosa (Garces & Coava, 2012, pg. 32)	24
Figura 7. Composición química de la Pectina (Garces & Coava, 2012, pg. 33)	25
Figura 8. Volumen de producción de Productos Agrícola en el Perú, (Soto, 2009, pg. 16)	25
Figura 9. Producción Peruana de Naranjas (Soto, 2009)	26
Figura 10. Participación en la producción de Naranjas por Regiones (Soto, 2009)	27
Figura 11. Cuenca monitoreada Río Santa (ALA Huaraz. Autoridad Nacional del Agua, 2016).	28
Figura 12. Ruta y tiempo para llegar al área de estudio.	62
Figura 13. Area de estudio C.P. Ticapampa, referencia “Grifo Jorgiño”	63
Figura 14. Coordenadas G65-84 UTM del área de estudio C.P. Ticapampa.	63
Figura 15. Ubicación de la zona donde se obtuvo la cáscara de naranja, Mercado La Perla, referencia al frente del Mega Plaza de la ciudad de Chimbote.	102
Figura 16. Obtención de naranjas del Mercado La Perla.	102
Figura 17. Lavado de naranjas con agua potable.	103
Figura 18. Secado de naranjas con una franela de algodón limpia.	103
Figura 19. Picado de cascara de naranja.	104

Figura 20. Cascara de naranja picada y almacenada en un recipiente de vidrio libre de impurezas.	104
Figura 21. Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.	105
Figura 22. Laboratorio de cerámicos y suelos de la Universidad Nacional de Trujillo.	105
Figura 23. Armado estructural del biofiltro.	106
Figura 24. Motor con torque y programado para girar a 200 RPM.	106
Figura 25. Llave de paso para controlar la entrada y salida de agua.	107
Figura 26. Obtención de muestras de agua del Rio Santa – Ticapampa.	107
Figura 27. Verificación del Biofiltro.	108
Figura 28. Muestra patrón de aguas del Rio Santa – Ticapampa.	108
Figura 29. Experimental 01 en el biofiltro.	109
Figura 30. Experimental 02 en el biofiltro.	109
Figura 31. Obtención de muestra patrón y experimentales listas para realizar ensayos físico-químico y contenido de arsénico.	110
Figura 32. Realización de ensayos físico-químicos y contenido de arsénico en el Laboratorio COLECBI S.A.C.	110

Palabras clave - Key words - Línea de investigación

Palabras clave:

Tema	Tratamiento de agua
Especialidad	Hidráulica

Key words:

Topic	Water treatment
Speciality	Hydraulics

Línea de investigación:

- Según OCDE

Línea de investigación	Hidráulica
Área	Ingeniería y Tecnología
Sub área	Ingeniería Civil
Disciplina	Ingeniería Civil

Título:

Remoción de arsénico mediante un biofiltro utilizando ceniza de cascara de naranja (*Citrus Cinensis*) en las aguas del Río Santa - Ticapampa - 2020

Resumen

La investigación tuvo como finalidad determinar la capacidad de remoción de arsénico con la ceniza de cáscara de naranja en aguas del Rio Santa – Ticapampa, mediante la utilización de un prototipo biofiltro en la que se le adaptó un motor con torque programado para girar a 200 rpm como un equipo de prueba de jarras.

El prototipo biofiltro se realizó en tres fases, la cual comienza con la captación que va conectado directamente hacia el biofiltro que al llenarse comienza a funcionar a 200 rpm y con un reposo de 15 minutos, para que luego pase al tanque de almacenaje.

La ceniza de cáscara de naranja activado a una temperatura constante de 480°C por 2 horas tiene propiedades químicas como calcio y potasio, importante para desarrollar la coagulación, floculación y sedimentación por medio de la adsorción, formando flóculos con los átomos de As disueltos en el agua, cayendo por gravedad hacia la superficie.

El uso de la ceniza de cáscara de naranja mediante el prototipo de biofiltro ha logrado óptimos resultados de remoción de arsénico de las aguas del Rio Santa – Ticapampa, el cual el porcentaje de remoción de arsénico fue de un 85.08% y 79.31% para dosis de 6 y 12 gr/L respectivamente.

Abstract

The purpose of the research was to determine the capacity to remove arsenic with the orange peel ash in the waters of the Rio Santa - Ticapampa, by using a biofilter prototype in which a motor with torque programmed to rotate at 200 rpm was adapted as a jar test kit.

The biofilter prototype was carried out in three phases, which begins with the uptake that is directly connected to the biofilter, which when filled begins to operate at 200 rpm and with a 15-minute rest, so that it can then go into the storage tank.

Activated orange peel ash at a constant temperature of 480 ° C for 2 hours has chemical properties such as calcium and potassium, important for developing coagulation, flocculation and sedimentation through adsorption, forming flocs with As atoms dissolved in the water, falling by gravity towards the surface.

The use of orange peel ash through the biofilter prototype has achieved optimal results of arsenic removal from the waters of the Rio Santa - Ticapampa, which the percentage of arsenic removal was 85.08% and 79.31% for doses of 6 and 12 gr / L respectively.

1. Introducción

Esta investigación demuestra la manera de intervenir la ceniza de cascara de naranja (*Citrus cinensis*) mediante un biofiltro en aguas del Río Santa - Ticapampa el cual se encuentra contaminado con arsénico.

El agua es el recurso natural más significativo de nuestro planeta, el cual puede darnos una mejor calidad de vida o hacernos daños mortales, esto debido a que su contaminación por metales u otros componentes causan enfermedades capaces de causar la muerte con tal solo consumirla sin algún tratamiento de potabilización previo.

Surgen muchas incógnitas para este tema, debido a que es novedoso y pionero, una de ellas es descubrir la dosis de ceniza de cáscara de naranja más adecuada para que actúe bien en la disminución de arsénico, otra incógnita es el modo de activación en un determinado tiempo, se puede activar de diferentes formas; en esta investigación se activó térmicamente con una calcinación a una temperatura de 480°C y un tiempo de temperatura constante máxima de 2 horas.

El arsénico tiene propiedades negativas que cuando se encuentran en el agua y son consumidas superando el límite permisible de la ECA, esto causa enfermedades a la piel, dolores en el cuerpo, malestar e incluso puede causar cáncer, es por ello que se centra en la necesidad de la población que consume directamente dicha agua sin algún tratamiento previo, sería una gran satisfacción poder utilizar la cascara de naranja como removedor arsénico.

Murrieta (2019) EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DEL CARBÓN ACTIVADO MEDIANTE CÁSCARA DE NARANJA (*CITRUS CINENSIS*) PARA LA REMOCIÓN DE IONES DE ARSÉNICO EN AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES (Artículo). El objetivo principal de este proyecto de investigación presenta una evaluación de revisión de estudios acerca del aprovechamiento de residuos orgánicos de frutas, pero entre ellas la principal es sobre la cáscara de naranja (*Citrus Cinensis*) y su potencial uso como materia prima para la obtención de carbón activado.

El nivel de dicha investigación fue cuasi experimental, cual se llegó a los siguientes resultados:

A través de la evaluación de los estudios se evidencia que el potencial de los residuos de biomasa lignocelulosa que vienen a ser de las cáscaras de frutas que puede sustituir algunos procesos de síntesis convencionales del carbón activado. Los beneficios de estos materiales ayudan a mejorar su capacidad de adsorción y en consecuencia lograr un porcentaje mayor de remoción de metales. La adsorción en un proceso fisicoquímico que permite la captación de metales pesados por mecanismos de atracción e un ion metálico y la superficie del adsorbente. Asimismo, estos mecanismos dependen de factores como el pH, temperatura, competencia entre iones y concentración del adsorbente. A través de los estudios ya mencionados en las tablas se puede ver que si se requiere adsorber a un buen porcentaje se tiene que tener en cuenta las variables del tiempo de contacto, pH, temperatura, nivel de concentración inicial y la concentración adsorbente para la agitación. También algún trabajo se tiene en cuenta que se podría realizar modificaciones con químicos para llegar a la optimización de una buena adsorción.

Torres, S. (2018) REMOCIÓN DE ARSENICO UTILIZANDO 8 y 16 g/L DE CENIZA DE CÁSCARA DE NARANJA EN EL RIO MOCHE 1 (Tesis de Bachiller). El objetivo principal de este proyecto de investigación es determinar la remoción de arsénico en soluciones de agua del Río Moche 1, utilizando 8g y 16g de polvo de cascara de naranja.

El nivel de investigación fue cuasi experimental, la cual llego a las siguientes conclusiones:

Para obtener la ceniza de cascara de naranja se activó térmicamente a 370°C la cual nos muestra cambios en sus propiedades.

La prueba de jarras o mezcla rápida fue de 150 rpm en 60 minutos para cada dosificación, con un reposo de 15 minutos y finalmente se extrajo las muestras experimentales.

La dosis de 16 gr/L de ceniza de cascara de naranja activada referencialmente a 370°C tuvo una eficiencia de remoción de 64.84%.

La dosis de 8 gr/L de ceniza de cascara de naranja obtuvo una eficiencia de 76.63%; por lo tanto, se confirma que la ceniza de cascara de naranja es efectivo y productivo en cualquier zona.

Yrigoin (2019) EFICIENCIA DE LA PECTINA DE CASCARA DE NARANJA PARA DISMINUIR LA CONCENTRACIÓN DE ARSÉNICO EN AGUAS DE MÓRROPE (Tesis de Titulación). El objetivo principal de este proyecto de investigación es determinar la dosis eficiente de pectina de cáscara de naranja que disminuirá la concentración de Arsénico en el agua de pozo del Centro Poblado Cruz del Médano – Mórrope.

El nivel de investigación fue experimental, la cual llevo a las siguientes conclusiones: Se determinó que las dosis de 0,5 g; 1 g; 2 g; 3 g y 4 g de pectina de cáscara de naranja aplicada en el tratamiento de agua logran disminuir la concentración de arsénico considerablemente en los pH de 5 y 10.

Según los resultados, el agua de pozo del Centro Poblado Cruz del Médano Mórrope presenta 0,05 mg/l de arsénico, superando los 0,01 mg/l como Límite Máximo Permisible.

Según los antecedentes revisados se dosificó la pectina desde 0,5g; 2g; 3g y 4g para aplicarlas en la prueba de jarras.

Después de aplicado el tratamiento al agua con un pH 5 la concentración de Arsénico, fue de 0,025 mg/l; 0,01 mg/l; 0,01 mg/l; 0,005 mg/l y 0,01 mg/l utilizando 0,5g; 1g; 2g; 3g y 4g de pectina respectivamente. A un pH 7 la única concentración que disminuyo a 0,025 mg/l fue usando 4g de pectina y la concentración a un pH 10 fue de 0,01 mg/l; 0,01 mg/l; 0,005 mg/l; 0,01 mg/l y 0,005 mg/l de arsénico aplicando las dosis de 0,5g; 1g; 2g; 3g y 4g de pectina respectivamente. Niveles bajos con respecto a la concentración inicial que es de 0,05 mg/l.

Tras analizar los resultados de la concentración de arsénico aplicando el tratamiento a un pH 5, se ve un comportamiento óptimo en la aplicación de 4g, 3g, 2g, 1g de pectina

de cáscara de naranja de naranja, comportamiento similar en las mismas dosis aplicadas a un pH 10 y en los 4g aplicados a un pH 7. Disminuyendo la concentración de arsénico notablemente, incluso a niveles menores al LMP que es de 0,01 mg/l de arsénico.

Gil (2018) DISEÑO DE UN BIOFILTRO DE MURCIÉLAGO DE TUNA (*Opuntia Ficus – Indica*) PARA REMOVER ARSENICO (Tesis de Titulación). El objeto principal de esta investigación es determinar el efecto del uso de coagulante – floculante natural de mucílago de tuna en la disminución del arsénico en aguas del Río Huandoval del C.P. Sacaycacha mediante un biofiltro que incluye un motor adaptado para 50 y 100 rpm que giran como equipo de prueba de jarras, para luego almacenarlo en un tanque cisterna.

El sistema de biofiltro comienza con una captación, la cual es conectada hacia el biofiltro, que al llenarse comienza a funcionar primeramente con 100 rpm, luego 50 rpm y finalmente 15 minutos de reposo, para así evacuar el agua al tanque cisterna que va a abastecer al C.P. Sacaycacha.

El nivel de dicha investigación fue experimental, la cual llego a las siguientes conclusiones:

Se estableció los parámetros de diseño hidráulico según los 90 habitantes al cual se abastecerá el agua tratada en el biofiltro, así como los parámetros estructurales según el tipo de suelo y dimensionamiento hidráulico, el caudal de diseño es de 0.218 lt/s.

La escala prototipo del biofiltro fu de 1/500, respecto al volumen utilizado de agua a tratar, y sirvió como punto de partida para el diseño hidráulico y estructural del biofiltro. Del mismo modo se elaboraron las respectivas dosis y temperaturas para añadirlas a la mezcla rápida dada por el motor graduado para realizar 50 y 100 rpm.

Producto de las adiciones de 50 y 70 mg/l de murciélago de tuna activado a 80°C se obtuvo una remoción de 98.65 y 97.39% en turbidez respectivamente, en PH se tienen los resultados de 6.05 y 5.42 respectivamente; para 50 y 70 mg/L de murciélago de tuna activada a 100°C resulto 99.24 y 98.89% de disminución de turbidez respectivamente, finalmente al activar con cocina con 50 y 70 mg/L se removi6 99.30 y 99.70% respectivamente en PH se tienen los resultados de 4.95 y 4.88

respectivamente; todo ello en comparación a un patrón con turbidez de 460 UNT y 5.59 de PH.

Se obtuvo una remoción importante comparando al patrón que fue de 25 ppm mientras que en los experimentales fueron M1 687.80%, M2 64.40%, M3 63.60

Arsénico

Asif Z. et al., (2009): El arsénico es un metaloide tóxico que ahora es reconocido como un contaminante importante en el agua potable en muchos países. Los efectos del arsénico no son inmediatamente visibles como las personas pueden absorber cantidades significativas de arsénico sin complicaciones de salud inmediatas. El entorno natural y la unificación se comportan como un metaloide. Puede existir en formas orgánicas e inorgánicas (es decir, más tóxicos).

Monique, (2003) dicen: El arsénico es un constituyente de más de 245 minerales. Las erupciones volcánicas y otros procesos naturales son fuentes de altas concentraciones de arsénico en el medio ambiente. Aparte de fuentes naturales contaminación de arsénico de agua y el suelo puede ser consecuencia de las actividades humanas debido a (a) la eliminación de productos químicos de desecho industrial, (b) la fundición de minerales que contienen arsénico, (c) la quema de combustibles fósiles, y (d) la aplicación de compuestos de arsénico en muchos productos, especialmente en los últimos cien años.

Según Yan- Chu (2000): “La movilidad de las especies de arsénico en los suelos depende del tipo y la cantidad de adsorción de compuestos de suelo, el valor pH y el potencial redox. Los compuestos de arsénico pueden adsorber a los óxidos e hidróxidos de Fe (III), Al (III), Mn (III / IV), a sustancias húmicas, y minerales de arcilla”.

Según Moore, JN: Para As (III) la cantidad adsorbida es tres veces más bajos. AlAsO₄ está formado en las concentraciones de arsénico mayor que 20 mg / L. El pH de Al (OH)₃ es 8,5, por lo que el arsénico se puede quitar con eficacia a valores de pH inferiores a 8,5.

La adsorción de As (V) por suelos aumenta en presencia de iones calcio debido al cambio de las características de carga superficial de los suelos. Las investigaciones de Smith et al. 2002, encontraron que este fenómeno es menos marcado en presencia de As (III). El arsénico también se puede adsorber y transportado por los minerales de arcilla en el medio ambiente, pero Livesey et al 1991 dicen: La afinidad de arsénico depende de la composición de los minerales de arcilla. Smith et al., (2002)

El arsénico en el agua

En el agua (aguas superficiales y subterráneas) el arsénico comúnmente se encuentra en estado de oxidación +5 (arsenato) y +3 (arsenito). En aguas superficiales con alto contenido de oxígeno, la especie más común es el arsénico pentavalente o arsenato (As+5). Bajo condiciones de reducción, generalmente en los sedimentos de los lagos o aguas subterráneas, predomina el arsénico trivalente o arsenito (As+3). El arsenito se encuentra en solución como H_3AsO_3 , $H_2AsO_3^-$, $H_2AsO_4^-$ y $H_2AsO_4^{2-}$ en aguas naturales con pH entre 5 a 9. Miliarum, (2008).

El arsenato se encuentra en forma estable en aguas con altos niveles de oxígeno como H_3AsO_4 en un rango de pH de 2 a 13. La conversión de As^{+3} a As^{+5} o viceversa es bastante lento. Los compuestos reducidos de As^{+3} pueden encontrarse en medios oxidados y los compuestos oxidados de As^{+5} en medios reducidos. Miliarum, (2008).

Los microbios, plantas y animales pueden convertir todos estos compuestos químicos de arsénico inorgánico en compuestos orgánicos (comprometiendo átomos de carbono e hidrógeno). Las condiciones que favorecen la oxidación química y biológica del arsénico inducen el cambio a especies pentavalentes y, a la inversa, aquellas que favorecen la reducción cambiarán el equilibrio al estado trivalente. Miliarum, (2008).

En aguas con altos niveles de oxígeno, el (As+5) (como H_3AsO_4) se vuelve estable, existiendo las especies antes mencionadas, en un rango de pH de entre 2 a 13. La estructura molecular de arsenatos (As+5) y arsenitos (As+3), Los arsenatos tienen mayor capacidad de ionización debido a la presencia del doble enlace. La molécula

que al perder el ión hidrógeno por la disociación, queda con carga negativa formando aniones. Miliarum, (2008).

pH	0 - 9	10 - 12	13	14
As^{+3}	H_3AsO_3	H_2AsO_3^-	$\text{H}_3\text{AsO}_3^{-2}$	AsO_3^{-3}
pH	0 - 2	3 - 6	7 - 11	12 - 14
As^{+5}	H_3AsO_4	H_2AsO_4^-	$\text{H}_3\text{AsO}_4^{-2}$	AsO_4^{-3}

Fuente: Estabilidad y predominio de las especies de arsénico variando los rangos de pH en el medio acuático, (Miliarum, 2008).

Como resultado de la disociación del ácido arsenioso característico en aguas subterráneas con pH mayor de 7.

Bajo condiciones anóxicas, aún a pH por encima de 7 el arsénico se estabiliza en especies dominantes no iónicas. Los arsenatos y arsenitos se disocian a un pH muy diferente. En un rango de pH entre 6,5 y 8,5 característico del agua natural, las formas predominantes de arsenato y arsenitos. La principal vía de dispersión del arsénico en el ambiente es el agua. Aún si se considera la sedimentación, la solubilidad de los arsenatos y arsenitos es suficiente para que este elemento se transporte en los sistemas acuáticos. La concentración del arsénico en aguas naturales frescas es muy variable y probablemente depende de las formas de arsénico en el suelo local. Miliarum, (2008).

Calidad del agua

La calidad de cualquier masa de agua, superficial o subterránea depende tanto de factores naturales como de la acción humana. Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua.

“El deterioro de la calidad del agua se ha convertido en motivo de preocupación a nivel mundial con el crecimiento de la población humana, la expansión de la actividad industrial y agrícola y la amenaza del cambio climático como causa de importantes alteraciones en el ciclo hidrológico”. (ONU-DAESI 2014)

Contaminación del agua en el Perú

Actualmente la contaminación en los ríos, lagos y mares es producto principal de 4 rutas: vertimiento de aguas contaminadas por relaves mineros, aguas servidas, basura y de productos químicos. (MINAM, 2017)

Contaminación por vertimiento de aguas servidas:

Las aguas servidas en gran porcentaje de los centros urbanos son desechadas hacia el mar, ríos y lagos. Este inconveniente es divulgado ya que afecta a muchas ciudades. Las alcantarillas o desagües comprenden de sustancias tóxicas como detergentes, metales pesados, excrementos, residuos industriales, etc., en consecuencia, esto atrae enfermedades. (MINAM, 2017)

Contaminación por vertimiento de basuras y desmontes en las aguas:

En la mayor parte de las ciudades del país se ha hecho costumbre el arrojar basura y desmontes en las orillas del mar, ríos o lagos, sin ninguna toma de conciencia. Estos inconvenientes se ocasionan especialmente cerca a los centros urbanos e industrias. En la basura se pueden encontrar restos que demoran en descomponerse y estas provocan sustancias tóxicas muy perjudiciales para la salud. (MINAM, 2017)

Contaminación por vertimiento de relaves mineros:

Los responsables de esta contaminación de aguas por metales tales como el arsénico, hierro, zinc, cobre, mercurio, plomo u otros metales o sustancias tóxicas son las empresas mineras o minas clandestinas que perjudican a la flora, fauna y vida humana. Las principales ciudades que se ven afectadas a este tipo de contaminación son: en el mar está Tacna, Moquegua y Toquepala; en los ríos Mantaro, Rímac, Santa y en el lago de Junín. Por otro lado, están los lavaderos de oro, ya que estas arrojan una gran cantidad de mercurio en las aguas de ríos y quebradas. (MINAM, 2017)

Contaminación por vertimiento de productos químicos y desechos industriales:

Radica en desechar diversos productos químicos derivadas de las actividades industriales, estos productos son: el abono, petróleo, ácidos, soda, aceite, etc. Estos inconvenientes se profundizan en las cercanías de los centros petroleros (costa norte y selva), en la industria pesquera (Chimbote, Pisco, Paita, Parachique), en la industria textil y otras diversas industrias. (MINAM, 2017)

Enfermedades producidas por el arsénico

Este elemento químico indiscriminadamente afecta a casi todos los órganos del cuerpo humano, evitando reacciones enzimáticas generalizadas. Las principales enfermedades causadas por el contacto con este contaminante están relacionadas con la piel, y las lesiones aquí son más sólidas y permanentes. El arsénico puede causar cáncer en la piel y pulmón, que es causado por la inhalación de minerales y la exposición a largo plazo. Cuanto más pequeñas son las partículas, más daño causan a la cavidad nasal, más fácil ingresan al cuerpo y el proceso de función con el cuerpo será más rápido que las partículas más grandes. También hay casos de cáncer de vejiga, cáncer de hígado y cáncer de riñón, que se analizarán más adelante. Las enfermedades causadas por la exposición al arsénico son más graves y crónicas, es decir, sus secuelas son causadas por la relación diaria entre los dos elementos (personas, contaminantes) y, por lo tanto, tienen un efecto nocivo en las personas que viven o tienen una relación constante con el material. Algunas condiciones no son graves, pero se debe tener cuidado muy estricto, como las enfermedades gastrointestinales, que se conocen después de la ingesta de este metal. Son más raros que los causados por inhalación o contacto con la piel. A continuación, se describirán en detalle los diferentes tipos de efectos producidos por el contacto con este elemento. (Henke, s.f.).

- **Efectos cardio - vasculares**

No hay diferencia, la exposición aguda o la exposición prolongada pueden causar una variedad de enfermedades cardiovasculares, tales como: presión arterial alta, taquicardia y enfermedad vascular. El grado de daño puede variar debido a diferentes factores, como la dosis de arsénico, la edad o susceptibilidad personal: hoy en día, los

efectos cardiovasculares se han convertido en uno de los problemas más graves que proporciona el arsénico. (Gehle, 2009)

Los efectos renales. El riñón no es el órgano más sensible que padece enfermedades causadas por la toxicidad del arsénico, pero las principales patologías renales son la necrosis tubular aguda, la insuficiencia renal aguda, los cálculos, la insuficiencia renal y la necrosis cortical. (Gehle, 2009)

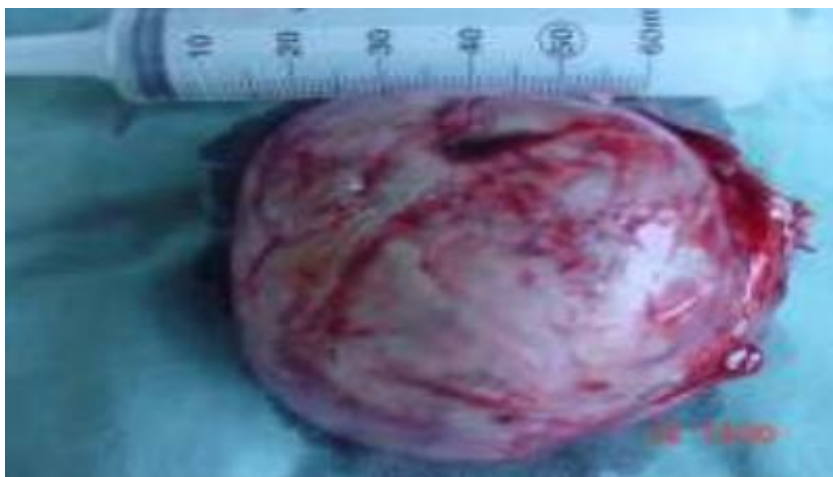


Figura 1. Ejemplo de un riñón padeciendo de cáncer, por estar expuesta al arsénico. (Gehle, 2009)

- **Efectos neurológicos**

Las enfermedades neurológicas a priori son: neuropatía periférica, también hay algunos antecedentes, la encefalopatía puede ser causada por mucho contacto, que también se manifiesta por entumecimiento cerebral en las extremidades distales, espasmos musculares, sensibilidad muscular y sudoración, si no se trata a tiempo causará más graves Enfermedades como tumores, infarto cerebrovascular. (Gehle, 2009).

- **Efectos dérmicos**

Estas enfermedades inician especialmente con la pigmentación de la piel. La queratosis benigna (p. Ej., El contacto con cuerpos extraños) puede convertirse en una queratosis maligna, lo que lleva a la hiperactividad y al cáncer de piel. La hiperqueratosis puede

ocurrir en cualquier parte del cuerpo, por ejemplo: debajo del brazo, la ingle, el cuello, el párpado, pezones y templos. (Gehle, 2009).

- **Efectos respiratorios.**

Sus predominantes efectos contradictorios del contacto directo con el organismo son la inflamación y las lesiones erosivas de la mucosa del tracto respiratorio, que pueden indicar un tabique perforado. El cáncer de pulmón comúnmente es causado por la exposición de trabajadores en fundiciones y ciudades mineras al arsénico. Estas enfermedades generalmente destruyen el sistema hematopoyético. (Gehle, 2009).

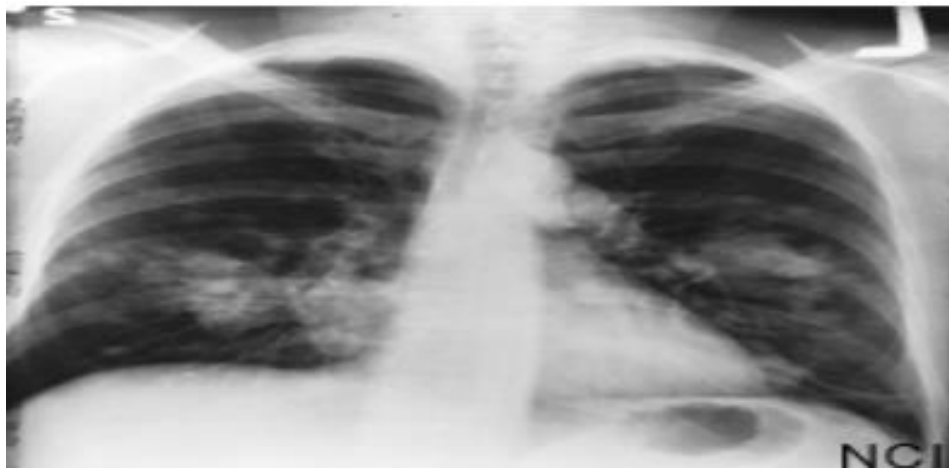


Figura 2. Muestra el incremento del pulmón izquierdo, el cual tiene cáncer. (Gehle, 2009).

- **Cáncer de piel**

El cáncer de piel se identifica por atacar áreas expuestas como palmas de la mano, pies, y tronco. El cáncer de piel se desglosa en diferentes tipos de padecimientos tales como: carcinoma intraepidérmico, carcinomas de las células basales y carcinoma de las células escamosas. Generalmente comienzan de la misma manera, pero su desarrollo cambia en diferentes niveles de gravedad. (Caceres, 1999)

Sustancias que contaminan con arsénico

Según Alvarado et al., (2008): Su presencia en el medio ambiente está relacionado no sólo con depósitos volcánicos, fuentes geotérmicas y las rocas sedimentarias, sino también para varias actividades antropogénicas incluyendo la fabricación de

plaguicidas, la producción de conservantes de la madera, industria del vidrio, la producción de semiconductores y la pigmentación.

Según UNESCO (2005): Debido a los fenómenos naturales y a las actividades humanas tales como: explotación minera, centrales eléctricas de carbón, fundición de minerales, entre otras; estas hacen posible presencia de arsénico y no existe un control contra este tipo de contaminación que se manifiesta en el agua potable.

Normativa en el Perú

Actualmente en el Perú se ha producido una gran contaminación en sus recursos hídricos, por lo que se trató de formalizar y poner en orden los vertimientos en algunos receptores. El gobierno empezó a trabajar la gestión integral de los recursos hídricos y del ambiente, dando como resultado: La Ley de Recursos Hídricos; es aquí donde se legaliza la Autoridad Nacional del Agua. (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM)

El Ministerio del Ambiente: Es donde se formulan los Límites Máximos Permisibles y los Estándares de Calidad Ambiental. En la actualidad, se dispone de una serie de requisitos en el marco legal que buscan optimizar la calidad de los recursos hídricos y optimar la calidad ambiental. (Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM)

Estándares nacionales de calidad ambiental (ECA) para el agua.

(MINAM, 2017) Para la implementación del Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM y de la presente norma, en la siguiente tabla se tiene en consideración las siguientes precisiones de las Categorías de los ECA para Agua:

Tabla 1*Estándares de Calidad de Agua para el consumo Humano*

CATEGORIAS/ SUB CATEGORIAS	AS (mg/l)
CATEGORIA 1: USO POPLACIONAL Y RECREACIONAL	
<i>Aguas Superficiales destinadas a la producción de agua potable</i>	
A1: Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	0.01
A2: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convención	0.01
A3: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	0.15
<i>Aguas superficiales destinadas para recreación</i>	
B1: Contrato Primario	0.01
B2: Contacto Secundario	-
CATEGORIA 2: ACTIVIDADES MARINO COSTERAS	
C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados.	0.05
C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas	0.05
C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento	0.05
C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas	0.1
CATEGORIA 3: RIEGO DE VEGETALES Y BEBIDA DE ANIMALES	
D1: Riego de Vegetales	0.1
D2: Bebida de animales	0.2
CATEGORIA 4: CONSERVACION DEL AMBIENTE ACUATICO	
E1: Lagunas y Lagos	0.15
E2: Ríos	
Costa y Sierra	0.15
Selva	0.15
E3: Ecosistemas Marino Costeras	
Estuarios	0.036
Marinos	0.036

Fuente: Según Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Estándares De Calidad Ambiental (ECA) para Agua, 2017.

Arsénico y pH

Song, Williams, Edyveab (2004). El pH es la medida de la concentración del ion H^+ y OH^- . La presencia de estos iones en la capa de determinación del potencial puede causar que la carga de la partícula sea más positiva o menos negativa a valor de pH por debajo del punto isoeléctrico. Cada coagulante de arsénico opera más efectivamente en un rango específico de pH y exhibe una máxima remoción de contaminantes a pH óptimo. La extensión del rango de pH es afectada por el tipo de coagulante utilizado y por las características del agua residual además de la dosis de coagulante de arsénico.

Tratamientos para la remoción de arsénico

Coagulación / floculación

(Arboleda Valencia, J., 2000) Se define coagulación/floculación al proceso por el cual las partículas se agrupan en pequeñas masas con peso específico mayor al del agua y estas son llamadas flóculos. Dicho proceso se utiliza para: Remoción de metales pesados, remoción de turbidez orgánica o inorgánica, entre otras propiedades físico químicas del agua.

Coagulación

Es el proceso de desestabilización de partículas coloidales causadas por la adición de un reactivo químico (coagulante) seguido por una agitación intensa comúnmente definida como mezclado rápido, que, neutralizando las cargas electrostáticas, hace que las partículas tiendan a unirse entre sí. Kumar A, Roshan R, Bhunia (2012).

Empieza al mismo tiempo en que se adicionan los coagulantes al fluido y permanece solamente fracciones de segundo. Elementalmente se basa en una serie de reacciones físicas y químicas entre los coagulantes, la superficie de las partículas, la alcalinidad del agua y el agua misma. Arboleda (1992)

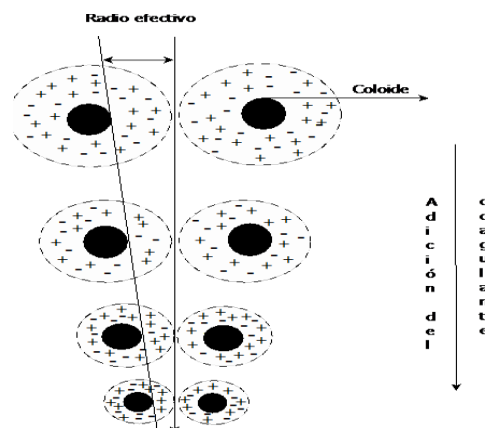


Figura 3. Interacción de partículas coloidales por medio del coagulante. (Arboleda Valencia, 1992)

Arboleda (1992): Este fenómeno se manifiesta al agregar un agente coagulante, el cual bloquea las cargas electrostáticas de las partículas al tiempo que provoca una compresión de la capa difusa que rodea los coloides, lo cual les admite la formación de flóculos a través de un proceso de puentes interparticulares, obteniendo una malla porosa en relación de su radio efectivo, posibilitando así la conformación de macro flóculos.

Mediante este proceso también se espera remover: la turbidez del agua, sustancias tóxicas, agentes patógenos susceptibles, etc.

Floculación

Aquel fenómeno es el proceso en la cual las partículas ya desestabilizadas interactúan unas a otras formando coágulos mayores.

Tres mecanismos pueden intervenir en el primer fenómeno: El de adsorción – desestabilización apoyado en las fuerzas electrostáticas de atracción y repulsión, el del puente químico que constituye un enlace de dependencia entre las fuerzas químicas y la superficie de los coloides, y el de sobre saturación de la concentración de coagulantes en el agua. Arboleda (1992).

Sedimentación

Arboleda (1992): Se deduce por sedimentación a la caída por la acción de la gravedad de las partículas en suspensión en un fluido y tener un mayor peso específico que el fluido. No todas las partículas en suspensión tienen el mismo intervalo de tiempo para

poder sedimentar. Ajustadamente las que sedimentan en un intervalo tiempo determinado son llamadas “sólidos sedimentables”.

La sedimentación en particularidad es un fenómeno netamente físico que está relacionada únicamente con las propiedades de caída de las partículas en un fluido. Cuando ocurre la sedimentación de una suspensión de partículas, el producto final será inevitablemente un fluido clarificado y una suspensión más agrupada.

Coloides

Generalmente son partículas sólidas muy pequeñas que no sedimentan por la simple acción del efecto gravitacional, pero pueden removerse del agua mediante métodos como coagulación, filtración o acción biológica. Todas las partículas coloidales en una terminante dispersión acuosa, tienen la misma carga eléctrica neta ya sea positiva o negativa. Por lo tanto, existe entre ellas una repulsión electrostática, que las hace permanecer separadas, lo cual complica su remoción. Según Arboleda (1992)

Estabilidad e inestabilidad de los coloides

Según Arboleda (1992) Las suspensiones coloidales tienden a ser estabilizadas y desestabilizadas.

En fuerza de estabilidad o repulsión, podemos mencionar lo siguiente:

La carga de las partículas

La hidratación suele ser importante para los coloides hidrófilicos, aunque en este caso son menos importantes.

Los factores de atracción o desestabilización son los siguientes:

La gravedad: Es intrascendente en la desestabilización de las partículas coloidales.

El movimiento browniano: Pone en contacto las partículas, que es una condición necesaria para la desestabilización.

La fuerza de Van der Waals: Fuente potencial débil. Este es un factor muy importante porque constituye la atracción principal entre las partículas coloidales. Estas fuerzas siempre atractivas disminuyen rápidamente con el aumento de la distancia, debido a la interacción de dipolos permanentes o inducidos en las partículas. Arboleda (1992)

Partículas coloidales

La remoción de partículas coloidales está estrictamente relacionada con la coagulación completa, porque la eficiencia de las siguientes etapas depende de ello: floculación,

precipitación y filtración. El diámetro de las partículas coloidales en el agua generalmente está entre 1 y 1,000 mm, y su comportamiento depende de su naturaleza y fuente. Estas partículas presentes en el agua son las principales responsables de la turbidez. Arboleda (1992)

Afinidad de las partículas coloidales por el agua

Las características de las partículas coloidales son hidrofílicas (tienen afinidad por el agua) e hidrofobicidad (es decir, repelen el agua). Las primeras se dispersan espontáneamente en agua y están rodeadas de moléculas de agua, evitando cualquier contacto posterior entre estas partículas. Las partículas hidrofóbicas no están rodeadas por moléculas de agua, y su dispersión en el agua no es espontánea, por lo que necesitan la ayuda de medios químicos y físicos. Las partículas hidrofóbicas son en general partículas de materiales inorgánicos, mientras que las partículas hidrofílicas son orgánicas. De hecho, solo unas pocas de las partículas son completamente hidrófilas o hidrófobas; las partículas hidratadas se obtienen en gran medida. La carga y la capa de agua que rodea las partículas hidrofílicas tienden a desplazar las partículas entre sí y, por lo tanto, las estabilizan en solución. Arboleda (1992).

Doble capa eléctrica de los coloides

Según Arboleda (1992): El sistema coloidal no muestra carga eléctrica “líquida” porque la carga de superficie negativa es equilibrada con los iones de diferente carga presentes en el agua.

Debido a que la superficie de la partícula es negativa, hay un grupo de iones positivos en la parte de la interfaz (sólido-líquido) que junto con la carga negativa de la partícula llegan a formar la doble capa eléctrica, también conocida como capa compacta. Por ende, los iones negativos se acercan a la capa compacta y captan iones positivos; así se conforma la capa difusa, que comprende a la primera. Arboleda (1992)

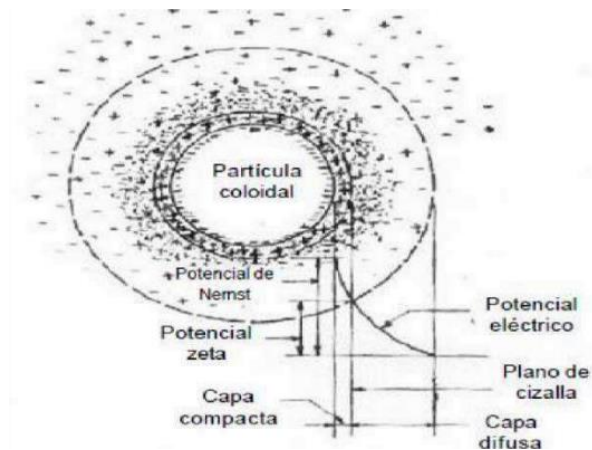


Figura 4. Configuración esquemática de la doble capa eléctrica. (Arboleda Valencia, 1992)

Métodos de eliminación de metales pasados

Las técnicas más resaltantes de remoción de iones metálicos de las aguas residuales o aguas contaminadas por sustancias tóxicas son la precipitación química, oxidación-reducción, intercambio iónico, tratamientos electroquímicos, proceso de membrana, extracción con solventes, la adsorción de carbón activado y la adsorción (Castro, 2015).

Adsorción

Ciertas sustancias naturales y sintéticas, tienen la propiedad de fijar o adherir ciertas moléculas compuestas a su estructura, entre ellas están los iones de metales pesados. La adsorción es ampliamente utilizada en la recuperación de productos orgánicos, aunque lo más usado se lo realiza en la descontaminación de aguas residuales y purificación de gases. (Castells, 2012).

La adsorción es un método fisicoquímico efectivo y económico, basado en la interacción de las moléculas o iones de un elemento llamado adsorbato, que se encuentra en una fase líquida o gaseosa, y la superficie de un cuerpo sólido denominado adsorbente, esta técnica es utilizada para tratamientos de aguas donde las cantidades de los contaminantes son significativamente pequeñas y de difícil remoción. (Kurniawan, 2006).

Este proceso dependerá de tal manera del pH, temperatura, concentración del metal, tiempo de contacto y la presencia de sustancias extrañas en el medio. (Izquierdo, 2010).

Uno de los más resaltantes adsorbentes utilizados en el tratamiento de aguas residuales es el carbón activado, por su amplia superficie no polar, forma irregular, alta capacidad de adsorción y gran cantidad de poros. (Rubio, 2015).

El carbón activado también tiene una larga vida, una vez se saturado de iones metálicos se generará a través de un proceso llamado desorción, recuperando un tanto el metal y la propiedad adsorbente del carbón activado; por otro lado, el inconveniente que presenta este material es su falta de selectividad y alto costo debido a su escasez comercial. (Viera, 2012).

Por lo tanto, la búsqueda de adsorbentes de costo reducido y de obtención fácil se convirtió en el punto clave para la investigación de los bioadsorbentes producidos a partir de residuos agrícolas, subproductos industriales, y residuos naturales. (Wang, 2011).

Biosorción

El término “biosorción” se usa para indicar que a la captación de metales lleva a cabo una biomasa completa a través de tratamientos fisicoquímicos como la adsorción o el intercambio iónico. Por ende, se recurre a una biomasa viva los mecanismos metabólicos de captación también pueden facilitar en este proceso. El método implica una fase sólida (sorbente, en este caso biomasa) y una fase líquida (solvente, generalmente el agua) que contiene las sustancias disueltas que van a ser adsorbidas (sorbato, iones metálicos). Debido su alta afinidad del sorbente por los tipos de sorbato, este último es atraído por el sólido y entrelazado por diferentes mecanismos. Este proceso sigue hasta que se establece un equilibrio entre el sorbato disuelto y el sorbato enlazado al sólido (a una concentración final o en equilibrio). La afinidad del sorbente por el sorbato determina su distribución entre la fase sólida y líquida.

La calidad del sorbente está dada por la cantidad del sorbato que puede atraer y retener de manera inmovilizada. (Acosta, et. al., pag. 913, 2012)

A). Adsorbato (Fase Liquida que Contiene Metales)

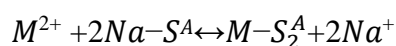
La sustancia adsorbida en la superficie de un adsorbente: el adsorbato se adhiere sobre la superficie del adsorbente por un mecanismo de adsorción. (Ríos, 2015).

B). Adsorbente (Cascara de Naranja en Polvo)

Un sólido con la capacidad de retener sobre su superficie un componente presente en corrientes líquidas o gaseosas, se identifican por una superficie específica alta y por su inercia química cuando esta se va a usar. (Ríos, 2015).

Intercambio iónico

El intercambio iónico implica en reemplazar los iones originalmente presentes en una superficie del sólido por los iones de la misma carga que se encuentra en la disolución. Este intercambio está controlado por reacciones químicas reversibles y estequiometria. Un equilibrio de intercambio catiónico puede representarse esquemáticamente de la siguiente manera en el caso de un sólido con iones sodio en su estructura es la siguiente:



Donde M^{2+} simboliza el catión metálico y SA representa un centro aniónico monovalente de la estructura del sólido. (Ríos, 2015, pg. 6).

La bioadsorción para la eliminación de metales pesados

Otro método alternativo a los tratamientos convencionales de descontaminación de aguas residuales que contiene metales pesados es la bioadsorción, es un tipo específico de adsorción, donde fase sólida es conocida como bioadsorbente. Los bioadsorbentes son materiales originalmente biológicos que tienen propiedades adsorbentes e intercambiadores de iones, y son poseedores de propiedades que les dan elevadas capacidades de retención de metales, siendo capaces de minorar su concentración en la disolución a niveles de ppb.

Es un método que se puede utilizar para el tratamiento de macro volúmenes de aguas residuales complejas con concentraciones bajas de metales. (Ríos, 2015, pg.11)

Análisis térmico diferencial

En un Análisis Térmico Diferencial (ATD, tanto la muestra como el material de referencia experimentan cambios de temperatura, que son inertes desde un punto de vista térmico, físico y químico. El ATD mide la diferencia de temperatura entre la muestra y el material de referencia en función al tiempo (temperatura constante) o de la temperatura alcanzada en cada instante. Estas mediciones pueden ser realizadas bajo condiciones ambientales o bajo una atmósfera controlada. Generalmente se trata de un método cualitativo que admite detectar si se dan procesos endotérmicos o exotérmicos en la muestra, e indica la temperatura la cual tiene lugar estas variaciones energéticas. El ATD se puede convertir en una técnica semi – cuantitativa con un buen calibrado de equipamiento, para poder adquirir información de la cantidad de calor involucrado en los procesos mostrado en un esquema que representa un dispositivo simple para realizar análisis térmico diferencial. (Andía Cárdenas, 2000)

Ensayo de fluorescencia

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual o mayor que 13 mediante la detección de los rayos – X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-x característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro. La fuente de rayos-x utilizada emite rayos-x en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 KeV y la otra que contiene rayos-x característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia a esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: un componente continuo que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-x de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-x característicos de otro de la fuente, y el espectro

discreto de los rayos-x característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene. (Andía Cárdenas, 2000).

Ensayo de cantidad de arsénico en el agua

Generalmente se utiliza un analizador portátil de metales pesados metalyser HM 1000, este equipo está diseñado para estudios en campo de forma sencilla, rápida y efectiva de metales pesados de bajas concentraciones: Arsénico, Cadmio, Cobre, Mercurio y Plomo. Los resultados obtenidos son medidos en parte por billón (ppb).

Este equipo puede ser usado en campo o laboratorio.

Los resultados son rápidos, menor a diez minutos

Biofiltro

Según Rodríguez, T. (2002) el Biofiltro es un reactor que tiene el proceso de filtración y biodegradación de agentes contaminantes que tienen las aguas en una sola etapa de tratamiento, es una alternativa económica y de mayor validez para el tratamiento de aguas superficiales y es más eficiente que otras alternativas técnicas.

Utilización de residuos de naranja

Cada parte de una naranja tiene ciertas características que hacen posible su uso. En la actualidad, se conoce el uso de ciertas partes de naranjas. Estas partes se pueden usar para extraer aceite de naranja, obtener pectina de ácido cítrico y concentrarla para animales y vitaminas. E; Por lo tanto, para obtener aceites esenciales, el exterior que requiere naranjas se llama flavedo. Actualmente, tales aceites son utilizados por las industrias alimentaria y farmacéutica, los consumen en grandes cantidades y generalmente se importan a costos extremadamente altos. Los concentrados para animales están hechos de bagazo de naranja (fibra blanca que queda después de extraer el jugo), rica en fibra y carbono. Este elemento se combina con otros ingredientes en diferentes proporciones para convertirse en un alimento balanceado para diferentes alimentos: para el ganado Se dice que el carbono ayuda a prevenir la podredumbre del casco, que es un manjar codiciado para los conejos; incluso se ha estudiado el uso de conchas como alimento para peces. En lo que respecta a las semillas de naranja, todas se usan para obtener vitamina E, pero aún se están analizando, porque la naranja proviene de cultivos técnicos y la cantidad de semillas tiende a desaparecer, lo que

obligará a un estudio de viabilidad para determinar qué opción puede ser Generar mayores ganancias en términos de economía y uso de recursos.

Además, se han descubierto otros usos de los residuos en la industria del jugo de naranja, por ejemplo, como fuente de fibra dietética en el procesamiento de alimentos, así como fuentes de energía como el bioetanol y la producción de biogás. (Soto, 2009, pg. 12).

Propiedades de la cáscara de naranja

La naranja se llama especialmente cítricos y es una de las frutas subtropicales más delicadas del mundo. El fruto es esférico, plano y de 6,5 a 9,5 cm de ancho. Cuando está maduro, la piel exterior es de color naranja, mientras que la piel del medio es blanca, esponjosa y no aromática. De manera tradicional las cáscaras de naranja se procesan para obtener componentes volátiles y no volátiles y aromas de aceites esenciales en refrescos, helados, pasteles, ambientadores, perfumes y cosméticos. Hoy en día, se han informado varias aplicaciones en el campo farmacéutico debido a sus propiedades antioxidantes antibacterianas. Sin embargo, debido a la demanda global relativamente pequeña de estos productos de valor agregado, la aplicación de estos componentes es limitada. Como se muestra en la Tabla 1, la piel de naranja consiste básicamente en hemicelulosa, azúcar esencial de celulosa y pectina. (Garces & Coava, 2012, pg. 31)

Tabla 2

Componentes biológicos de la cascara de naranja

Componentes	Contenido Porcentual
Azucres Solubles	16.9%
Celulosa	9.2%
Hemicelulosa	10.5 %
Pectina	42.5%

Fuente: Evaluación de la capacidad de adsorción en la cáscara de naranja (*citrus sinensis*) modificada con quitosano para la remoción de Cr (vi) en aguas residuales. (Garces & Coava, 2012)

Celulosa: La celulosa es un polímero que tiene cadenas largas sin ramificaciones de β -D-Glucosa y se diferencia del almidón por comprender de grupos -CH₂OH modificando por arriba y por abajo del plano de la molécula. La falta de cadenas

laterales admite que las moléculas de celulosa puedan acercarse unas a otras para así formar estructuras rígidas. (Garces & Coava, 2012, pg. 31)

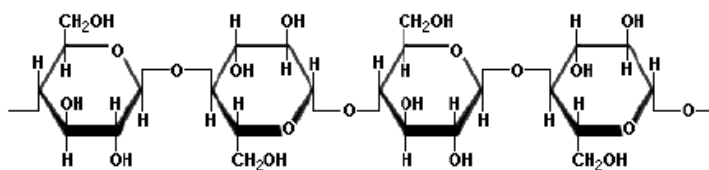


Figura 5. Composición química de la Celulosa (Garces & Coava, 2012, pg. 31)

Hemicelulosa: Las hemicelulosas son polisacáridos que, excepto la celulosa, también constituyen las paredes celulares de las plantas y poder ser extraídas con soluciones alcalinas disueltas. Las hemicelulosas constituye aproximadamente un tercio de los carbohidratos en las partes maderosas de las plantas. La estructura química de las hemicelulosas reside de cadenas largas con una gran variedad de pentosas, hexosas, y sus correspondientes ácidos úronicos. (Garces & Coava, 2012, pag. 32)

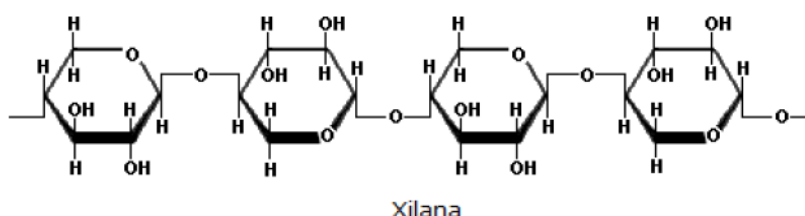


Figura 6. Composición química de la Hemicelulosa (Garces & Coava, 2012, pg. 32)

Pectina: La pectina es una mezcla de polímeros ácidos y neutros muy ramificados. Están conformados por el 30 % del peso seco de la pared celular primaria de células vegetales. Determina la porosidad de la pared y también la disponibilidad de los sustratos de las enzimas implicadas en las modificaciones. La pectina también proporciona una superficie cargada que regula el pH y el balance iónico. (Garces & Coava, 2012, pg. 33)

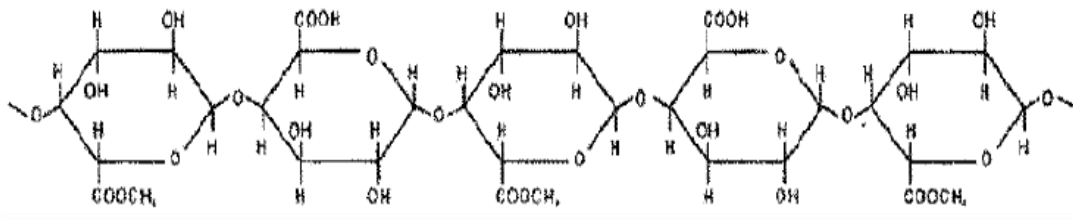


Figura 7. Composición química de la Pectina (Garces & Coava, 2012, pg. 33)

La cáscara de naranja como sorbente

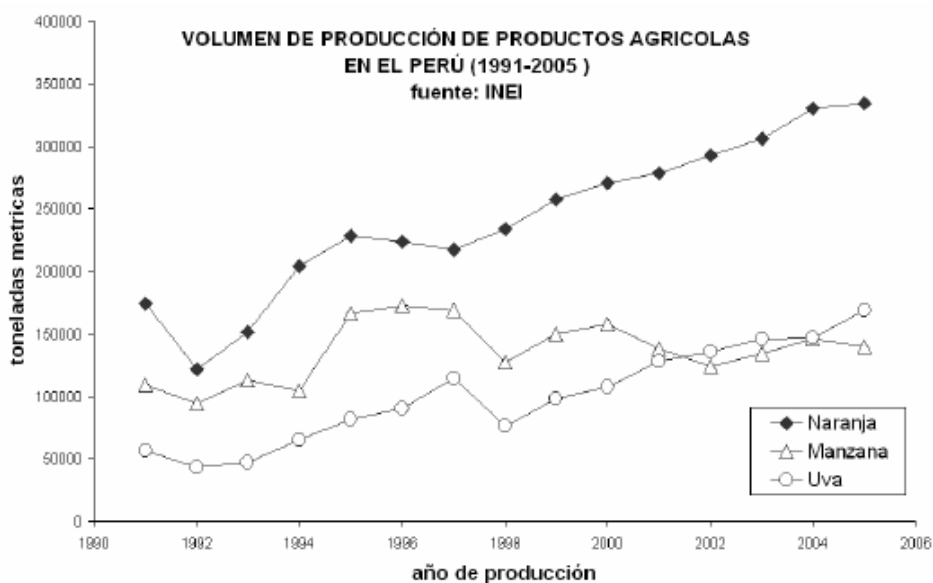


Figura 8. Volumen de producción de Productos Agrícola en el Perú, (Soto, 2009, pg. 16)

En la actualidad se espera la utilización de desechos o residuos generadas del comercio, especialmente existe en el Perú un gran comercio de jugo de naranja por lo cual generan desechos y por lo general no generan ninguna utilidad; entre estos desechos podemos encontrar lo que comúnmente llamamos cáscara de naranja y que está constituida por dos partes obviamente a la vista, flavedo (parte externa de color amarillo) y el albedo (parte interna esponjosa de color blanco), este último es considerado dentro de los estudios de sorción ya que contiene pectina en su estructura, también se considera que el fruto cítrico es la más prometedora. Al analizar la

producción de naranja en el Perú, nos muestra que la producción de naranja está por encima de otras. Ver figura 8. Por tanto, es importante señalar que es fácil la obtención de cascara de naranja. (Soto, 2009, pg.16)

Productividad en el Perú

La producción en el Perú de naranja fue de 441.125 toneladas el año 2013 que representa el 2,89% más que la del año anterior.

La producción de naranja ha venido aumentando, aunque tuvo ligeras caídas en el año 2007 y 2009 en 2.71% y 0.63 % respectivamente.

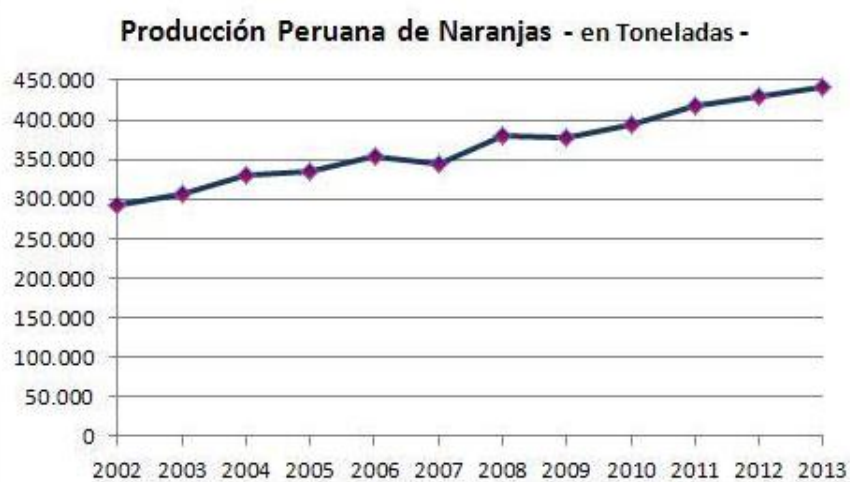


Figura 9. Series históricas de producción Agrícola (MINAG, 2009)

Junín ha sido la región principal productora de naranjas en el Perú y se puede apreciar en el grafico el año 2013 se tuvo un 55,6% de la producción, con una cantidad de 245.099 toneladas que supera 5,45% a lo producido el año 2012.

La región de lima tuvo una producción de 45.118 toneladas, con lo cual se llegó a aumentar la producción en 3.99% llegando a representar el año 2013 el 10,2% de la producción.

La región san Martín es la tercera región de importación ya que en el año 2013 se tuvo una caída de su producción del 1,84% a nivel nacional, pero en la región San Martín la producción aumentó un 9,32% y en Cuzco la producción cayó 11,63% en Puno la producción tuvo un ligero aumento del 0,40%. (MDA,2014,pag.5).

Participación en la Producción de Naranjas por Regiones - 2013 -

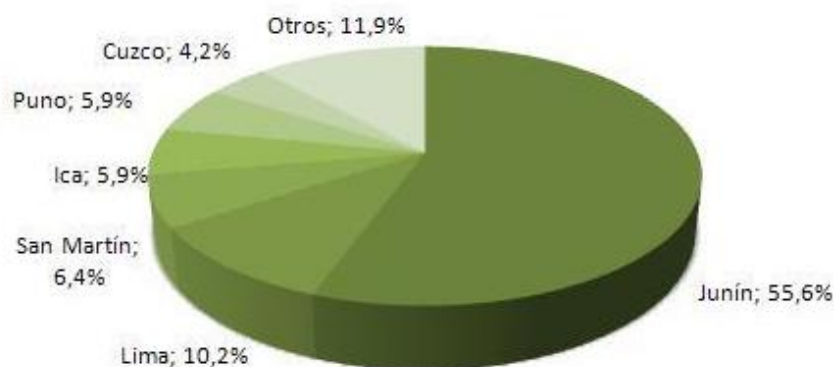


Figura 10. Participación en la producción de Naranjas por Regiones (Soto, 2009)

Río Santa - Ticapampa

A. Ubicación

Río Santa, ubicado a 100 metros aguas arriba de los pasivos mineros de Ticapampa, Distrito de Ticapampa, Provincia de Recuay, Departamento de Ancash.

LIMITES

- Norte: ALA - Santa Lacramarca – Nepeña (AAA Huarmey – Chicama) y la ALA Pomabamba (AAA Marañón).
- Este: ALA Pomabamba y Huari ambas pertenecientes a la (AAA Marañón).
- Sur: ALA Barranca (AAA Cañete – Fortaleza).
- Oeste: ALA Casma – Huarmey y Santa – Lacramarca – Nepeña ambas pertenecena la AAA Huarmey – Chicama.

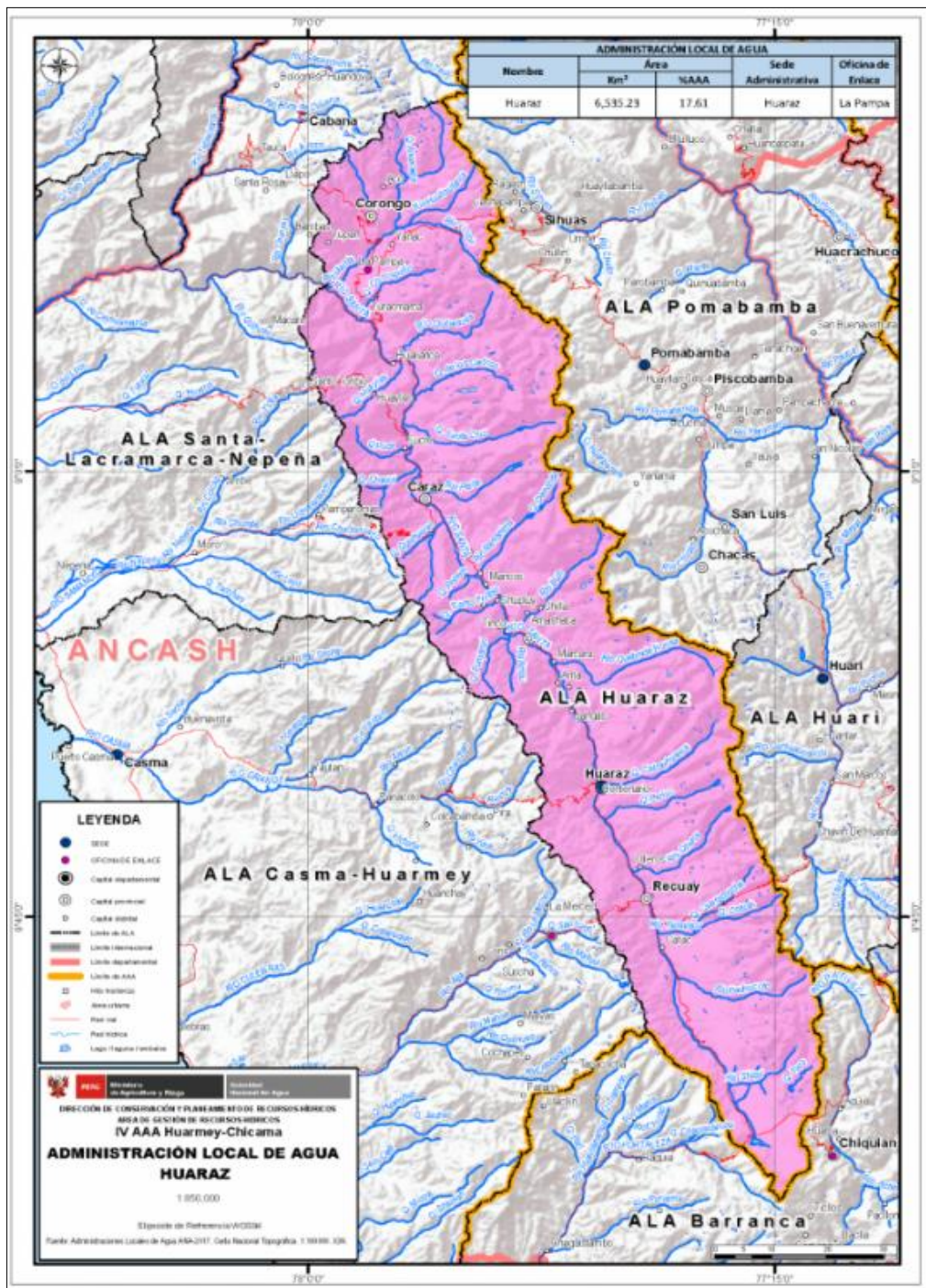


Figura 11. Cuenca monitoreada Río Santa (ALA Huaraz. Autoridad Nacional del Agua, 2016).

Arsénico en el río Santa - Ticapampa

Tabla 3

Monitoreo de contenido de arsénico del Río Santa (RSant2)

Monitoreo de la Autoridad Nacional del Agua (ANA) de contenido de arsénico en el río santa (RSant-2)	
Fecha de monitoreo	Cantidad de As (mg/L)
16/05/2019	0.04917
11/04/2018	0.04449
21/11/2017	0.03235
22/09/2015	0.064

Fuente: Elaboración propia.

Justificación de la investigación

Ante los problemas de contaminación de agua, se ha hecho resaltar la contaminación de agua por metales pesados que ha propiciado preocupación sobre lo que está ocurriendo en la población; resulta de especial interés saber cuáles son los niveles de contaminación en las aguas del Río Santa – Ticapampa, y a partir de ahí, adoptar las medidas necesarias para poder remover metales pesados tales como el arsénico.

La presente investigación surge de la necesidad de estudiar la parte hidráulica y ambiental, con el propósito de poder disminuir el daño que provocan los metales pesados en la cual se sometieron a procesos mediante un biofiltro añadiendo ceniza de cascara de naranja que provocaron cambios en su estado físico-químicos.

La investigación contribuye en modificar datos sobre la remoción de arsénico para contrastarlos con otros estudios similares y analizar las posibles variaciones. Por otro lado, el biofiltro con ceniza de cascara de naranja es un proyecto innovador.

La investigación busca el bienestar y equilibrio no solo de la fauna y flora existente de dicho ecosistema sino también la salud de las personas residentes en las comunidades aledañas como el C.P. Ticapampa.

El trabajo tiene una utilidad metodológica, ya que podrían realizarse futuras investigaciones que utilizarán metodologías compatibles, de manera que se posibiliten análisis conjuntos.

Problema

A nivel internacional

El origen del arsénico en la industria minera: Las emisiones de arsénico hacia la atmósfera producto de la fundición del cobre constituyen la mayor fuente de arsénico de la industria minera y metalúrgica, han sido el objetivo de las tecnologías para el control de la contaminación y de regulaciones cada vez más exigentes. El arsénico también puede ser arrastrado de algunos yacimientos de metales por acción de cianuros o del drenaje ácido de roca, pero es posible atraparlo y eliminarlo de las aguas residuales antes de su liberación al medio ambiente. (Mariela T., 2014)

Al realizar estudios a nivel mundial sobre el agua, hicieron tratamientos para mejorar la calidad de agua ya que encontraron contaminantes con metales pesados.

Algunos investigadores realizaron estudios sobre la cascara de naranja y encontraron propiedades que tienen probabilidades para la remoción de arsénico.

Aquel estudio brindará una satisfacción global, la cual esto se está haciendo cada vez más preocupante. (Tejada, Villabona & Garces, 2014).

A nivel nacional

El arsénico se obtiene como subproducto ya que está asociado a otros minerales de cobre y plomo con contenidos de enargita; depósitos de cobre con pirita arsenical; depósitos de níquel, cobalto, arsénico y plata nativa; depósitos de oro arsenical;

depósitos de sulfuro arsenical con oro y sulfuro de arsénico y depósito de estaño arsenical. (MINEM, 2008)

Al realizar un análisis sobre la problemática que existe en el tratamiento de agua para remoción arsénico, observamos que tenemos muchas dificultades debido que no existe un control sobre minas informales y terrenos con arsénico que desembocan sus aguas hacia los ríos.

En el Perú – Arequipa es el único lugar donde remueven el arsénico con elementos químicos.

Según antecedentes se ha comprobado que en nuestro país la cascara de naranja tienes buenas propiedades para la purificación, coagulación y floculación de aguas contaminadas con metales pesados como el arsénico. (Garcia, et, 2010).

A nivel local

La problemática en el Rio Santa – Ticapampa según estudios realizados es un rio muy contaminado por metales pesados, en esta investigación partiremos con una investigación buscando remover el arsénico de las aguas del Rio Santa – Ticapampa. (Autoridad Nacional del Agua, 2020)

- Para efecto se plantea el siguiente problema:

¿En qué medida la utilización de un biofiltro permitirá remover arsénico en agua del Rio Santa – Ticapampa utilizando 6 g/l y 12 g/l?

Conceptuación y operacionalización de las variables

Tabla 4

Variable dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Niveles de remoción arsénico	El arsénico es uno de los más tóxicos elementos que pueden ser encontrados. Debido a sus efectos tóxicos, los enlaces de arsénico inorgánico ocurren en la tierra naturalmente en pequeñas cantidades. (Rodríguez & Echeverría, 2008)	Remoción máxima de arsénico en una muestra de agua después del tratamiento.	mg/l, %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5

Variable independiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR
Dosificación en mg/l de ceniza de cascara de naranja	Cantidad de bioadsorbente presente en un litro de agua residual. (Garces & Coava, 2012, pg. 43)	Adición de cenizas de cascara de naranja en un prototipo biofiltro.	6 g/l de ceniza de cáscara de naranja. 12 g/l de ceniza de cáscara de naranja.

Fuente: Elaboración propia.

Hipótesis

La utilización de un biofiltro con las dosificaciones de 6 g/l y 12 g/l de ceniza de cascara de naranja removería la presencia de arsénico en las aguas del Rio Santa – Ticapampa.

Objetivos

A. Objetivo General:

Determinar la remoción de arsénico mediante un biofiltro utilizando 6 g/l y 12 g/l de ceniza de cascara de naranja en las aguas del Rio Santa – Ticapampa.

B. Objetivos Específicos:

- Localizar, ubicar y describir la zona de estudio
- Realizar el análisis térmico diferencial a la cascara de naranja para determinar la temperatura de calcinación (ATD).
- Realizar el ensayo de Eflorescencia de Rayos X (EFRX) a la ceniza de cascara de naranja para determinar su composición química.
- Determinar el nivel de PH de la cascara de naranja y del agua del Rio Santa Ticapampa.
- Realizar el diseño hidráulico del biofiltro.
- Realizar el análisis físico – químico y contenido de arsénico antes y después del tratamiento.
- Comparar, analizar e interpretar los resultados y pruebas estadísticas.

2. Metodología

El método de trabajo para la presente investigación fue la experimentación apoyado en la observación científica, las cuales están sustentadas por el método científico porque se buscó determinar la remoción del contenido de arsénico en el agua del Rio Santa - Ticapampa al modificar (manipular) la variable independiente, es decir, la cantidad de adsorbente (ceniza de cascara de naranja).

- **Tipo de investigación**

El tipo de investigación correspondiente fue de tipo Aplicada, precedentemente los resultados de los mismos fueron utilizados para la solución de problemas relacionados a las poblaciones vulnerables que consumen aguas contaminadas con metales pesados sin previo tratamiento.

- **Diseño de investigación**

El diseño que le concernió a esta investigación fue experimental de nivel Pre Experimental, porque la muestra agua fue la misma para el grupo control y el grupo experimental adicionando ceniza de cascará de naranja donde se obtuvo los resultados mediante ensayos en dos grupos de estudio denominados: Grupo Control y Grupo Experimental.

Población

Comprendida por toda el agua del Rio Santa – Ticapampa que da soporte al C.P. de Ticapampa.

Muestra

Estuvieron conformados por 3 muestras: 1 de un litro para corroborar si realmente el agua contiene arsénico por encima de los límites permisibles según la ECA, 1 litro para realizar el barrido de metales como prueba patrón y 1 depósito de 20 litros para poder aplicar la ceniza de cascara de naranja.

Verificación de base de datos de monitoreo de calidad de agua del Rio Santa – Ticapampa (RSant2)

Se gestionó mediante la Autoridad Nacional del Agua (ANA) la base de datos de los monitoreos en los años 2015, 2017, 2018 y 2019 para así poder verificar el contenido de arsénico en las aguas del Rio Santa – Ticapampa (RSant2) y cerciorar que la cantidad de arsénico supera los límites permisibles proporcionados por la ECA. Ver Tabla 3.

Obtención de la naranja

Las naranjas se obtuvieron del mercado la Perla de una vendedora mayorista de naranjas, aquellas naranjas lo traían del mercado de fruta de Lima donde lo extraían de las chacras de Chanchamayo. Ver figura 15 y 16.

Lavado de naranjas y obtención de cáscara de naranja

Se lavaron las naranjas con agua potable para eliminar las impurezas presentes y evitar contaminación. Ver figura 17.

Se realizó el sacado de las naranjas con una franela limpia de algodón. Ver figura 18.

Pelado de naranjas y picado de la cáscara de naranja con ayuda de un cuchillo. Ver figura 19.

Obtención de la cáscara de naranja picada, almacenada en un recipiente de vidrio limpio (previamente lavada con agua destilada) y así dejarla secar a temperatura ambiente durante 7 días. Ver Figura 20.

Obtención de la ceniza de cascara de naranja activado térmicamente

Materiales

20 gr de cascara de naranja

2 kg de cascara de naranja semi seca

Bolsas herméticas

Plumón

Cinta adhesiva

Equipos

Mufla

Procedimiento

Pesamos 20 gramos de cascara de naranja para realizar el Análisis térmico diferencial (ATD) en el laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo (UNT) y así saber a qué temperatura de activará y cuanto seria la pérdida de masa de la cascara de naranja. Ver anexo 3 y figura 21.

Pesamos 2 kg de cascara de naranja semi seca para llevarlo a calcinar a una temperatura constante máxima de 480 °C por 2 horas y así obtener la ceniza de cáscara de naranja para realizar los ensayos experimentales. Ver anexo 4, figura 22 y 23.

Se extrajo 20 gramos de ceniza de cáscara de naranja para realizar el ensayo de Eflorescencia de Rayos X y así obtener la composición química de la ceniza de cáscara de naranja activado térmicamente. Ver anexo 5.

Se extrajo 50 gramos de ceniza de cáscara de naranja para realizar el ensayo de pH. Ver anexo 6.

Elaboración del prototipo biofiltro para remover arsénico

Materiales

- 03 baldes de 4 litros
- 02 llave de paso de 1/2"
- 04 codos de 45° de 1/2"
- 01 cinta teflón
- 02 metros de tubo de PVC de 1/2"
- 01 llave universal de 1/2"
- 01 Pegamento para PVC
- 04 niples de 1/2" x 2"
- 01 motor DC a paso
- 01 Fuente DC de 5 Voltios
- 01 switch
- 01 Jack
- 01 cable de poder
- 01 potenciómetro
- 01 caja de triplay de 15cm x 15cm x 15 cm
- 01 silicona

- Tornillos
- 01 hélice
- 01 eje para la hélice
- 01 tacómetro digital
- 03 base de triplay de 25 cm x 25cm x 25cm
- 12 parantes de madera

Equipos

- 01 computadora

Procedimiento

Los 03 baldes de 4 litros son la captación, reservorio de tratamiento y almacenamiento de agua tratada, estos baldes tienen un diámetro de 20 cm y 25 cm de altura.

Se realizó una perforación en la parte inferior del primer balde de captación, la perforación fue del diámetro de la tubería de PVC de 1/2".

En el balde tratamiento se realizó una perforación en la parte superior del diámetro de una tubería de PVC de 1/2" para poder recibir el agua contaminada de la captación y se realizó otra perforación inferior del lado contrario de la perforación superior para la salida del agua tratada, dicha perforación inferior fue del diámetro de una tubería de 1/2".

En el balde de almacenamiento de agua tratada se realizó una perforación en la parte superior de un diámetro de una tubería de PVC de 1/2" para poder recibir el agua tratada y almacenarla, por el lado contrario del balde se colocó un grifo para poder extraer el agua tratada. Ver figura 24.

Por medio de un motor de paso a paso se realizó el movimiento circular, el cual dicho motor llega conectado desde un JACK de 220v y una fuente DC, dicha fuente es conectada directamente al motor y por otra parte es conectada primeramente a un SWICH que conecta a un potenciómetro para últimamente llegar al motor. Ver figura 24.

Se le añadió al motor un eje de 15cm y una hélice, posteriormente se le hizo una programación mediante un programa llamado ARDUINO con la finalidad de aumentar y poder regular los RPM. Ver figura 24.

Se conectó un sensor para leer las RPM y ser visualizadas en una pantalla led de 12”.

El motor programado se colocó en el balde de tratamiento (que funciona como biofiltro) para poder realizar el movimiento circular controlando los RPM.

En la parte media de la tubería de 1/2" que va del balde de captación hasta el balde de tratamiento (biofiltro) se colocó una llave de paso de 1/2" para controlar el paso de agua del Rio Santa – Ticapampa. Ver figura 25

En la salida de agua tratada por el biofiltro se colocó una llave de paso para controlar una salida de agua tratada con ceniza de cascara de naranja y en el medio de la tubería entre el biofiltro y el almacenamiento del agua tratada se colocó una llave universal para poder insertarle una malla organza y así retener algunas partículas de ceniza de cascara de naranja.

La longitud de las tuberías de 1/2" que va de la captación hasta el biofiltro y del biofiltro hasta el almacenamiento de agua tratada son de 50 cm la cual fueron colocadas a una pendiente con codos de 45° de 1/2".

Se utilizó pegamento de PVC para poder unir y fijar las tuberías con los accesorios.

En definitiva, se procedió a sellar algunos orificios en las entradas y salidas de las tuberías de conectan los baldes, de tal forma que no exista fuga de agua.

Antes de dar funcionamiento al biofiltro, de la totalidad de la muestra de agua obtenida se extrajo 1 litro de agua como muestra patrón en un recipiente de plástico con tapa,

para así realizar los ensayos de contenido de arsénico, sólidos totales disueltos, cloruros, turbidez, conductividad eléctrica y pH. Ver figura 28.

Para dar inicio el funcionamiento del biofiltro, inicialmente se esperó que pase 3 litros de la captación hacia el biofiltro y se le agregó 18 gramos de ceniza de cáscara de naranja activada a 480°C, ya que la dosificación es 6 gr/L, seguidamente se midió 200 RPM por 20 minutos y 30 min de reposo, para inmediatamente abrir la llave de paso permitiendo llenar el balde de almacenamiento de agua tratada y adquirir una muestra de dicha agua tratada (Experimental 01) en un recipiente de plástico con tapa para realizar los ensayos de contenido de arsénico, sólidos totales disueltos, cloruros, turbidez, conductividad eléctrica y pH. Ver figura 29.

Luego se realizó el lavado de del biofiltro eliminando las impurezas que quedaron en el fondo y en gripo y seguido se realizó el mismo procedimiento anterior, pero con una dosificación de 12 gr/L en la cual se introdujo 36 gr de ceniza de cáscara de naranja (activado a 480°C) por los 3 litros que se trató, se midió 200 RPM por 20 min y 30 minutos de reposo para enseguida abrir la llave paso llenando el balde de almacenamiento de agua tratada y adquirir una muestra de dicha agua tratada (Experimental 02) en un recipiente de plástico con tapa para realizar los ensayos de contenido de arsénico, sólidos totales disueltos, cloruros, turbidez, conductividad eléctrica y pH. Ver figura 30.

Finalmente, almacenada la muestra patrón y las muestras experimentales, se procedió a llevar dichas muestras a un laboratorio para realizar los ensayos de contenido de arsénico, sólidos totales disueltos, cloruros, turbidez, conductividad eléctrica y pH. Ver figura 31.

3. Resultados

Tabla 6

Resultados de los parámetros hidráulicos para el dimensionamiento del biofiltro

CANTIDAD DE HABITANTES	DOTACION	POBLACION FUTURA	CAUDAL DE DISEÑO
150 habitantes	120 lt/hab/día	180 habitantes	7.18 lt/s

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7

Resultados de las medidas del prototipo biofiltro

	Balde captación	Balde biofiltro	Balde almacenamiento
Diámetro	0.20 m	0.20 m	0.20 m
Altura	0.25 m	0.25 m	0.25 m

Fuente: Elaboración propia

Se elaboró un prototipo biofiltro para definir la eficacia de la ceniza de cáscara de naranja, el balde de captación, el balde de tratamiento (biofiltro) y el balde de almacenamiento, los 3 baldes tuvieron las mismas dimensiones.

Tabla 8

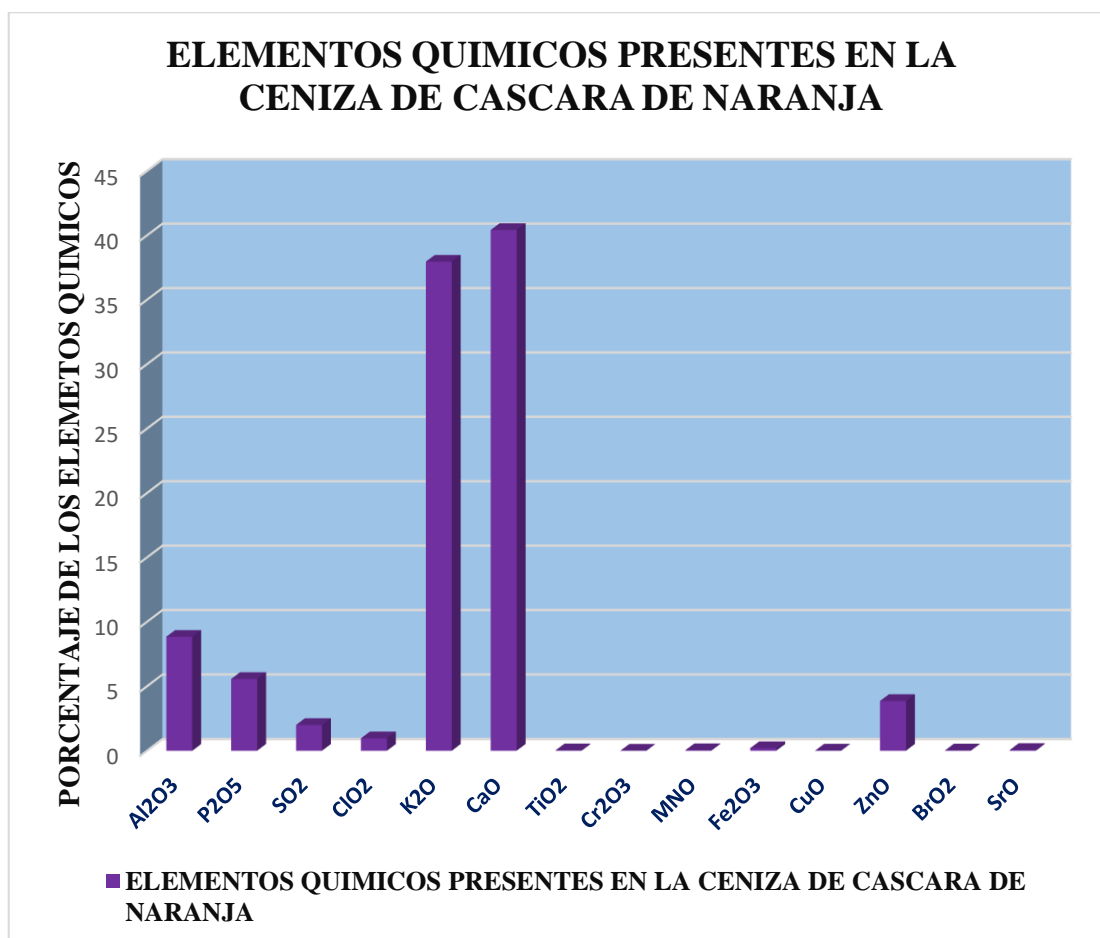
Resultados del análisis de composición de química de la ceniza de cáscara de naranja a través del ensayo de Eflorescencia de Rayos X

OXIDO	CONCENTRACION % MASA A 480°C	NORMALIZADO AL 100%
Al ₂ O ₃	4.960	8.840
P ₂ O ₅	3.125	5.568
SO ₂	1.124	2.003
ClO ₂	0.543	0.968
K ₂ O	21.300	37.957
CaO	22.683	40.421
TiO ₂	0.020	0.035
Cr ₂ O ₃	0.004	0.006
MNO	0.022	0.040
Fe ₂ O ₃	0.115	0.205
CuO	0.005	0.012
ZnO	2.167	3.862
BrO ₂	0.013	0.023
SrO	0.033	0.059
TOTAL	56.116	100.00

Fuente: Laboratorio de Arqueometría, Facultad de Ciencias Físicas de la Universidad Nacional de San Marcos. (2020)

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos de la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los Rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado

inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada “Suelo de San Joaquín” adquirida de la NIST.



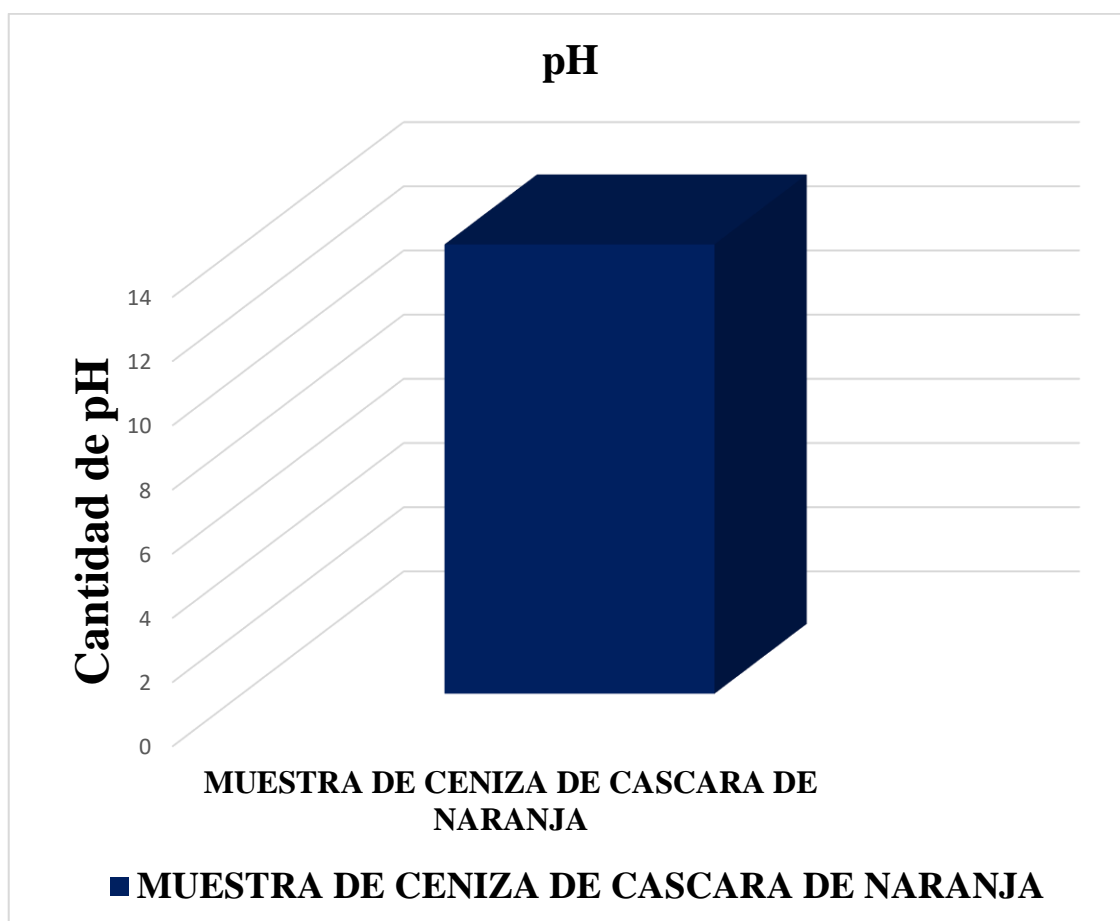
El óxido de potasio y el óxido de calcio fueron los que destacan después de la activación térmica a una temperatura continua máxima de 480°C, la cual sus porcentajes son 40.421 % de óxido de calcio y 37.957% de óxido de potasio, estos oxido se encargaran de hacer posible la remoción de arsénico.

Tabla 9

Resultados del análisis de pH de la ceniza de cascara de naranja activada térmicamente

pH	A 480°C
CANTIDAD	10.23

Fuente: Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales, "COLECBI"
S. A. C.



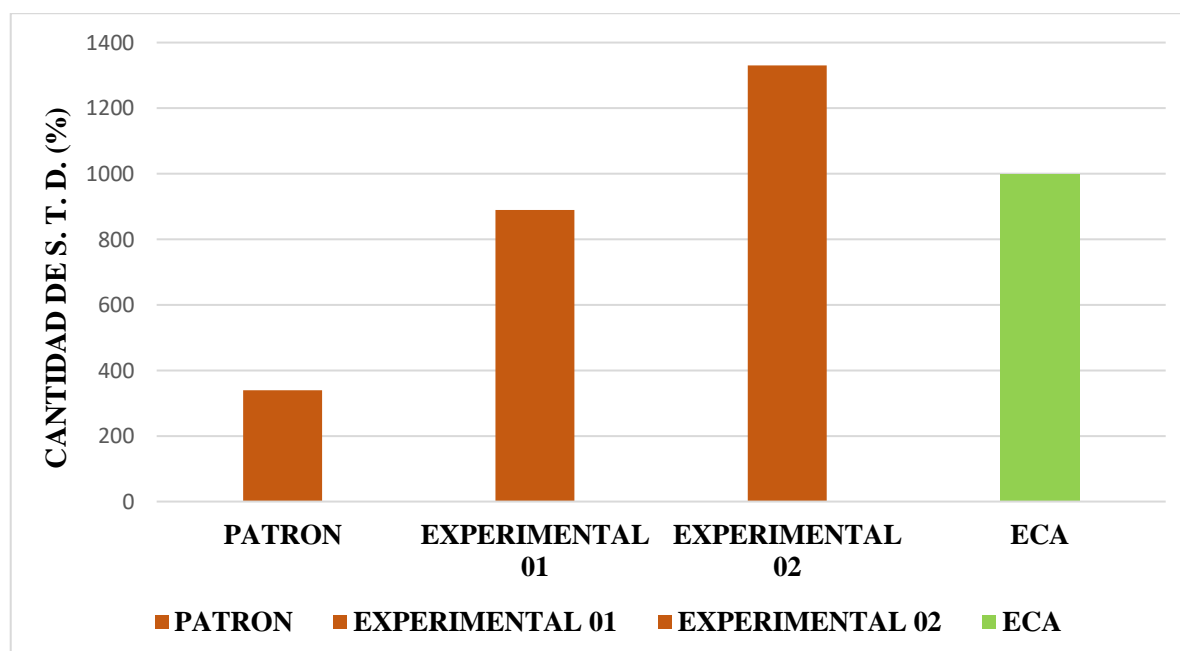
La cantidad de potencial de hidrogeno (pH) de la ceniza de cascara de naranja activada térmicamente a una temperatura constante máxima de 480 °C es de 10.23, la cual se aleja mucho de un pH neutro que es 7 esto quiere decir que la ceniza de cascara de naranja activada térmicamente es alcalina.

Tabla 10

Resultados del análisis de Sólidos Totales Disueltos (S. T. D.) de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación.

MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	DOSIFICACION	CANTIDAD DE S. T. D.	PORCENTAJE %
PATRON	21/02/2020	-	340	100%
EXPERIMENTAL 01	21/02/2020	6 gr/L	890	261.76%
EXPERIMENTAL 02	21/02/2020	12 gr/L	1330	391.18%
ECA	-	-	1000	-

Fuente: Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales, "COLECBI" S. A. C.



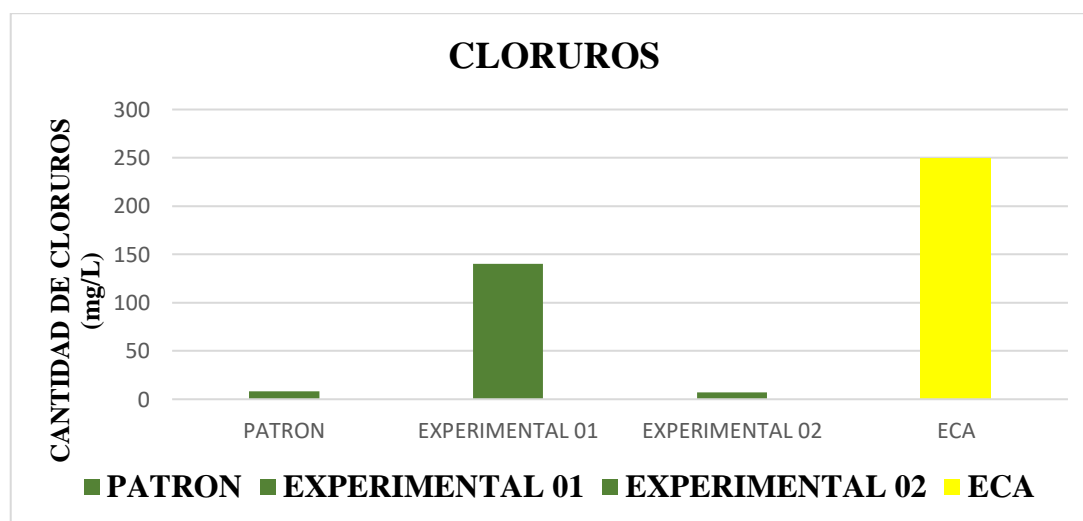
Según la dosificación nos muestra que va aumentando la cantidad de sólidos totales disueltos en cada muestra experimental tales como: en la muestra experimental 01 nos muestra un incremento de 261.76 % y en la muestra experimental 02 se obtiene un incremento de 391.18 %, por lo tanto la muestra patrón y experimental 01 se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA).

Tabla 11

Resultados del análisis de Cloruros de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación.

MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	DOSIFICACION	CANTIDAD DE CLORUROS
PATRON	21/02/2020	-	8
EXPERIMENTAL 01	21/02/2020	6 gr/L	140
EXPERIMENTAL 02	21/02/2020	12 gr/L	7
ECA	-	-	250

Fuente: Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales, "COLECBI" S. A. C.



En la muestra patrón se obtuvo una cantidad de cloruros de 8 mg/L.

En el experimental 01 donde se añadió una dosis de 6 gr/L de ceniza de cascara de naranja se obtuvo un incremento de cloruros a una cantidad de 140 mg/L.

En el experimental 02 donde se añadió una dosis de 12 gr/L de ceniza de cascara de naranja se obtuvo una reducción de cloruros a una cantidad de 7 mg/L.

Por lo tanto, la muestra patrón y las muestras experimentales están dentro de los valores de los cloruros según los estándares de calidad ambiental (ECA).

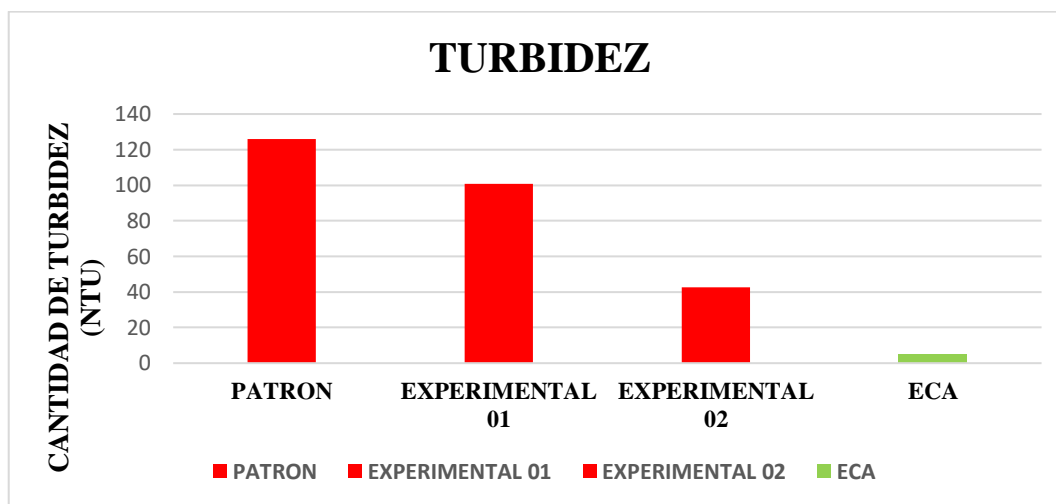
Tabla 12

Resultados del análisis de Turbidez de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación.

MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	DOSIFICACION	TURBIDEZ (NTU)
PATRON	21/02/2020	-	125.9
EXPERIMENTAL 01	21/02/2020	6 gr/L	100.8
EXPERIMENTAL 02	21/02/2020	12 gr/L	42.6
ECA	-	-	5

Fuente: Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales, "COLECBI" S. A. C.

El ensayo de turbidez se realizó con un Tubímetro Hach 2100 Q, el cual verifica el color del agua debido a los coloides que la oscurecen, la unidad de medida de la turbidez es Unidades Nefelométricas de turbidez (NTU).



En la muestra patrón obtuvimos una lectura de turbidez 125.9 NTU, en la cual en las muestras experimentales vemos una disminución de turbidez tales como: en el experimental 01 se obtuvo un resultado de 100.8 NTU y en el experimental 02 se obtuvo un resultado de 42.6 NTU.

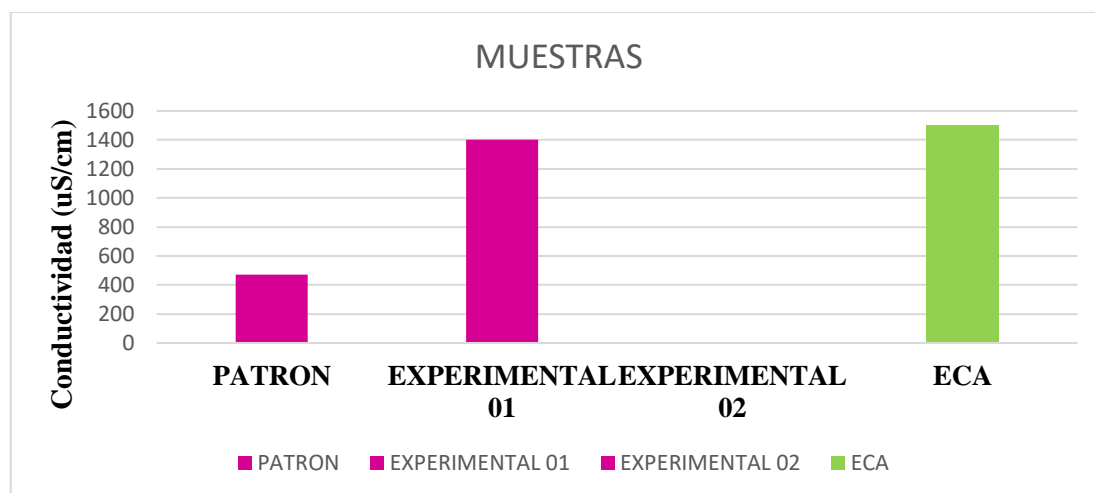
Tanto en la muestra patrón y en las muestras experimentales no están dentro de los valores de turbidez según los estándares de calidad ambiental (ECA).

Tabla 13

Resultados del análisis de Conductividad de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación

MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	DOSIFICACION	CONDUCTIVIDAD (uS/cm)
PATRON	21/02/2020	-	472
EXPERIMENTAL 01	21/02/2020	6 gr/L	1401
EXPERIMENTAL 02	21/02/2020	12 gr/L	2,06
ECA	-	-	1500

Fuente: Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales, "COLECBI" S. A. C.



La muestra patrón muestra una cantidad de conductividad de 472 uS/cm en la cual se obtuvo un incremento en el experimental 01 a 1401 uS/cm y una disminución en el experimental 02 a 2,06 uS/cm; por lo tanto, estos valores se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA).

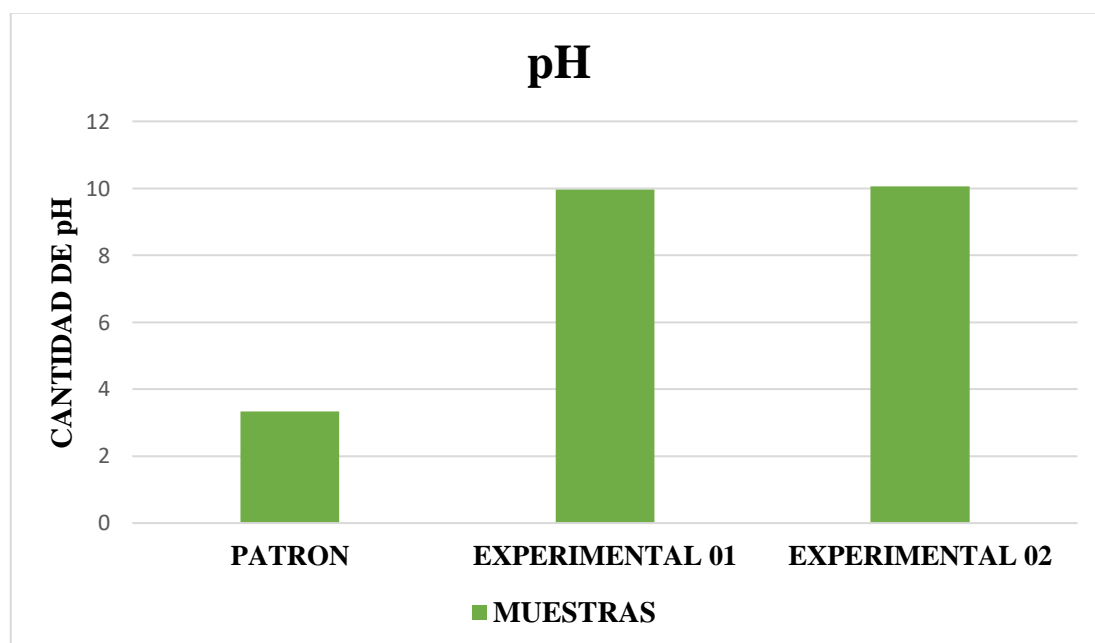
Tabla 14

Resultados del análisis de pH de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación

MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	DOSIFICACION	pH
PATRON	21/02/2020	-	3.33
EXPERIMENTAL 01	21/02/2020	6 gr/L	9.97
EXPERIMENTAL 02	21/02/2020	12 gr/L	10.05
ECA	-	-	6.5 - 8.5

Fuente: Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales, "COLECBI" S. A. C.

El ensayo de cantidad de pH se realizó mediante un Peachímetro digital portátil, se introduce la muestra de agua y de inmediato calcula el valor de pH, en el laboratorio se hicieron 3 mediciones por muestra y se calculó el promedio para cada muestra con la finalidad de obtener un mejor resultado.



La cantidad de pH fue aumentando según la dosis de ceniza de cascara de naranja, gracias a que esta es alcalina.

La muestra experimental 01 que se introdujo una dosis de 6gr/L de ceniza de cascara de naranja activada térmicamente a una temperatura de 480°C obtuvo un resultado de 9.97 la cual fue la más favorable según los otros datos obtenidos, pero tampoco se acerca mucho a un pH neutro, lo cual según los parámetros de los estándares de calidad ambiental (ECA) estos se encuentran fuera del rango de 6.5 – 8.5 pH.

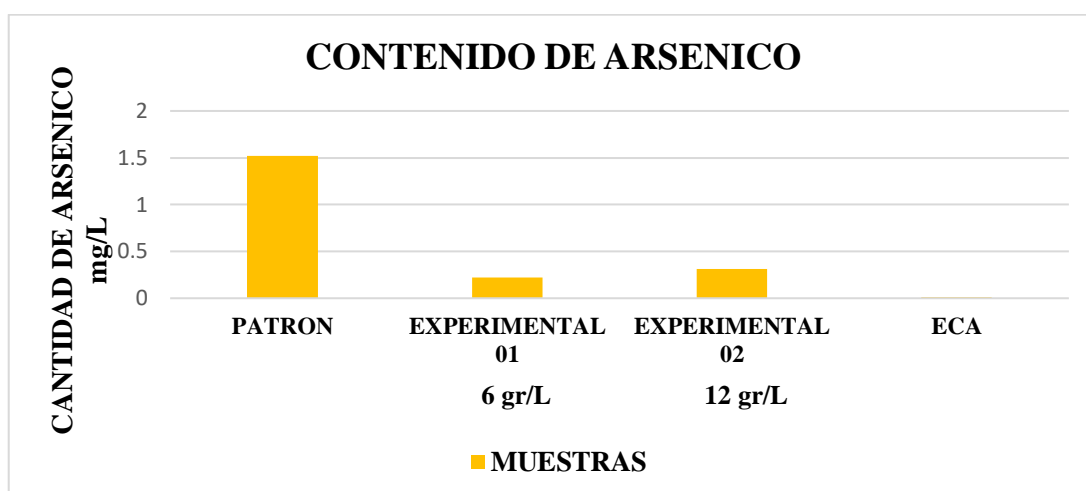
Tabla 15

Resultados del análisis de contenido de arsénico (As) de la muestra patrón y muestras experimentales según su dosificación

MUESTRA	FECHA DE MUESTREO	DOSIFICACION	CONTENIDO DE ARSENICO (mg/L)
PATRON	21/02/2020	-	1.518
EXPERIMENTAL 01	21/02/2020	6 gr/L	0.220
EXPERIMENTAL 02	21/02/2020	12 gr/L	0.314
ECA	-	-	0.01

Fuente: Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales, “COLECBI”
S. A. C.

El ensayo de contenido de arsénico se realizó con un Espectrofotómetro de absorción atómica Shimadzu AA-7000, ya que, al añadir reactivos, el equipo se encarga de calcular la cantidad de arsénico en la muestra patrón y las muestras experimentales; y así poder calcular la cantidad de remoción de este metal (As).



En la muestra patrón se obtuvo un resultado de 1.518 que superaba los límites permisibles según la ECA.

En las dos muestras experimentales se obtuvieron una gran cantidad de remoción de arsénico, pero en la muestra experimental 01 fue más favorable ya que se obtuvo una mayor remoción de arsénico, pero por otro lado la cantidad de contenido de arsénico de ambas muestras experimentales no llega a estar dentro de los estándares de calidad ambiental (ECA).

Tabla 16

Porcentaje de remoción de arsénico (As) con ceniza de cáscara de naranja

MUESTRAS	CONTENIDO DE ARSENICO (mg/L)	PORCENTAJE DE ARSENICO (%)	PORCENTAJE REMOCION DE As (%)
PATRON	1.518	100 %	-
EXPERIMENTAL 01	0.220	14.92 %	85.08 %
EXPERIMENTAL 02	0.314	20.69 %	79.31 %
ECA	0.01	-	-

Fuente: Corporación de laboratorios de ensayos clínicos, biológicos e industriales, "COLECBI"

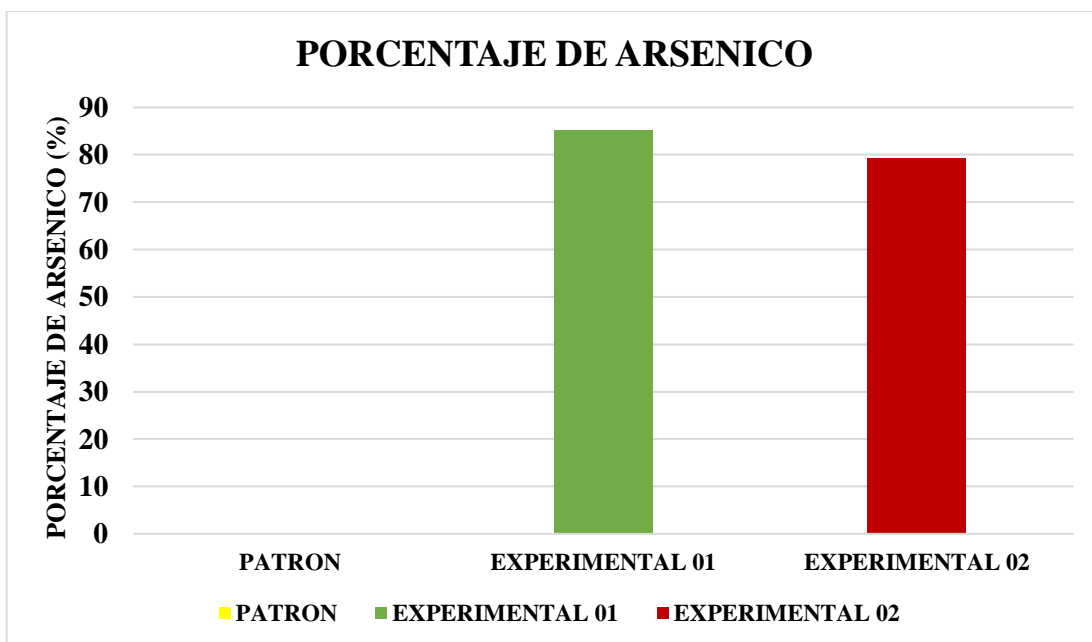
S. A. C.



En la muestra experimental se muestra un gran porcentaje de arsénico que supera los límites permisibles según la ECA.

En la muestra experimental 01 se obtuvo 14.92 % de arsénico según la muestra patrón.

En la muestra experimental 02 se obtuvo 20.69 % de arsénico según la muestra patrón.



En la muestra experimental 01 se removió el 85.08 % de arsénico con ceniza de cascara de naranja de en el agua del Rio Santa – Ticapampa

4. Análisis y Discusión

Torres, S. (2018) En su investigación se tuvo en cuenta los siguientes factores como el tiempo de contacto, la velocidad de contacto, concentración de adsorbente, tiempo de reposo y temperatura de activación de la cascara de naranja, lo cual en la presente investigación se tuvieron en cuenta los mismos factores variando la medida y también se analizaron algunos análisis físico - químico:

Torres, S (2018) manifiesta una activación térmica a 370°C y en la presente investigación una activación térmica a 480°C, lo cual la activación a 480°C presenta una mejoría en sus propiedades aumentando el porcentaje de óxido de calcio y óxido de potasio.

Torres, S. (2018) indica que el contacto de la ceniza de cascara de naranja fue a 150 rpm por 60 min y con un reposo de 15 minutos, en la presenta investigación se realizó a 200 rpm por 20 minutos y 30 minutos de reposo, ya que en el antecedente el agua se mostraba oscura después del tratamiento se optó por darle más tiempo de reposo para que así se puedan sedimentar los sólidos y disminuya la turbidez.

Torres, S (2018) realizó 2 dosificaciones, 8 y 16 gr/L; obtuvo como resultado de remoción en un 76.63% y 64.84% respectivamente, en esta investigación se dosifico en 6 y 12 gr/L, obteniendo una mayor eficiencia de remoción, por tanto, manifestó un resultado óptimo de 85.08% con 6 gr/L de ceniza de cascara de naranja.

Murrieta (2019), Mediante su investigación se evidencia que el carbón activado ayuda a mejorar la adsorción, en la presente investigación se realizó un ATD de la cascara de naranja y optamos por activarlo a 480°C convirtiendo así la biomasa en ceniza, por lo que se obtuvo un buen cambio en sus propiedades de remoción.

Yrigoin (2019, en esta investigación se realizaron pruebas con pectina de cascara de naranja de 0.5 g, 1g , 2g, 3g y 4g, en lo cual se obtuvo el mejor resultado de adsorción

con 4g, por lo tanto en esta investigación se utilizó la dosificaciones de 6 y 12 gr/L en aguas del Rio Santa - Ticapampa.

Murrieta (2019), Mediante su investigación indica que el tiempo de contacto es una variable para poder tener una mayor adsorción, en esta investigación se realizó 20 min de tiempo de contacto de la ceniza de cascara de naranja con el agua del Rio santa y 30 min de reposo.

Gil (2018), realizó un biofiltro a escala con un sistema de captación, biofiltro y almacenamiento, el biofiltro fue programado para girar en 50 y 100 rpm como una prueba de jarras; en esta investigación se realizó un biofiltro estándar con el mismo procedimiento, pero programado para girar a 200 rpm.

Torres, S. (2018) muestra resultados de ensayos de contenido de arsénico después del tratamiento, en esta investigación se profundizo mucho más y se realizan ensayos físico - químico lo cual fueron los siguientes:

Solidos Totales (mg/L): La muestra patrón muestra un nivel de 304 mg/L de solidos totales presentes en el agua Rio Santa – Ticapampa, mientras que la muestra Experimental 01 en la que se empleó 6 gr/L de ceniza de cáscara de naranja hubo un aumento a 890 gr/L de solidos totales; la muestra experimental 02 en la que se empleó 12 gr/L de ceniza de cáscara de naranja hubo un aumento a 1330 gr/L de solidos totales con la que esto supera a la muestra patrón y experimental 01.

Cloruros (gr/L): La muestra patrón dio como resultado un nivel bajo 8 mg/L de cloruros presentes en las aguas del Rio Santa – Ticapampa, mientras que la muestra Experimental 01 en la que se empleó 6 gr/L de ceniza de cáscara de naranja en la cual tuvo una variación mínima a 7 mg/L; y la muestra experimental 02 en la que se empleó 12 gr/L de ceniza de cáscara de naranja se obtuvo una variación muy significativa a 140 mg/L en la que supera en gran cantidad de cloruros a la muestra patrón y a la muestra experimental 01.

Turbidez (NTU): La muestra patrón muestra un nivel de turbidez de 125.9 NTU de turbidez presente en el agua del río Santa – Ticapampa, mientras que la muestra experimental 01 en la que se empleó 6 gr/L de ceniza de cáscara de naranja disminuyó a 100.8 NTU su turbidez; y la muestra experimental 02 en la que se empleó 12 gr/L de ceniza de cáscara de naranja disminuyó significativamente a 42.6 NTU su turbidez en la cual refleja menos turbidez que la muestra patrón y la muestra experimental 01.

Conductividad (uS/cm): La muestra patrón muestra un nivel de 472 uS/cm de conductividad presentes en el agua del Río Santa – Ticapampa, dado que en el experimental 01 en la que se empleó 6 gr/L de ceniza de cáscara de naranja se obtuvo un aumento significativo a 1401 uS/cm de conductividad; y en la muestra experimental 02 en la que se empleó 12 gr/L de ceniza de cáscara de naranja se obtuvo una disminución significativa a 2.06 uS/cm de conductividad, con lo podemos observar es una gran variación de ambas muestras experimentales con respecto a la muestra patrón.

pH: La muestra patrón muestra un nivel de 3.33 pH presentes en las aguas del río Santa – Ticapampa indicándonos un alto grado de acidez, mientras que la muestra experimental 01 en la que se empleó 6 gr/L de ceniza de cáscara de naranja se obtuvo una variación a 9.97 de pH y la muestra experimental 02 en la que se empleó 12 gr/L de ceniza de cáscara de naranja se obtuvo un aumento de 10.05 pH, siendo a su vez las muestras experimentales 01 y 02 altamente alcalinos al sobrepasar el rango de 9 pH.

Arsénico (mg/L): Los resultados en cuanto a la remoción de arsénico fueron significativos teniendo en cuenta la gran cantidad de este metal en las aguas del río Santa – Ticapampa la cual fue de 1.518 mg/L, en la muestra experimental 01 donde se usó 6 gr/L de ceniza de cáscara de naranja se removió el arsénico presente en la muestra patrón la cual se obtuvo la cantidad de 0.220 mg/L de arsénico y en la muestra experimental 02 donde se usó 12 gr/L de cáscara de naranja se obtuvo 0.314 mg/L de arsénico; obteniendo como mejor resultado a la muestra experimental 01 con una cantidad de 0.220 mg/L de arsénico.

5. Conclusiones y recomendaciones

CONCLUSIONES

Se realizó la extracción de las muestras sin inconvenientes de la zona de estudio Rio Santa – Ticapampa.

La composición química de la ceniza de cáscara de naranja indica un potencial de óxido de calcio, ya que contiene 40.421 % activado a 480 °C, así mismo una cantidad regular de Oxido de Potasio, ya que contiene 37.957% activado a 480°C, estos tienen carga positiva, por lo tanto, pudo funcionar como coagulante y floculante.

El pH del agua del Rio Santa – Ticapampa fue de 3.33 la cual es un agua altamente ácida, y por otro lado el pH de la ceniza de cáscara de naranja fue de 10.23 la cual es altamente alcalina.

El prototipo biofiltro fue diseñado de forma cilíndrica para un mayor aprovechamiento hidráulico y con respecto al volumen de agua a utilizar se elaboraron las respectivas dosis de ceniza de cáscara de naranja por cada litro de agua a tratar, para añadirlas a la mezcla rápida que se realizó con un motor graduado a 200 rpm.

Producto a los tratamientos de agua con ceniza de cáscara de naranja, se concluyó que el efluente tuvo variaciones en sus propiedades físico químicas, en la cual cloruros, conductividad eléctrica y sólidos totales disueltos se encuentran dentro de los estándares de calidad ambiental y por otro lado la turbidez y pH se encuentran fuera de los parámetros de la ECA.

En la remoción de arsénico se concluyó que en el experimental 01 se obtuvo una mayor remoción de 85.08% con respecto a la muestra patrón, por lo tanto, mientras menos sea la dosificación se obtendrá un mayor porcentaje de remoción.

RECOMENDACIONES

Para obtener una información más precisa sobre la composición química de la ceniza de cáscara de naranja se recomienda hacer un análisis por difracción de rayos x.

utilizar otras temperaturas de activación en la cáscara de naranja obteniendo un pH que se aproxime a neutro y así al realizar el tratamiento no obtener un agua tan alcalina.

Escalar el prototipo biofiltro, como también cambiar el material de diseño de dicho prototipo y precisar las uniones para evitar fugas.

Mejorar el prototipo biofiltro para obtener un mejor mantenimiento cada vez que se realicen tratamientos de agua.

Añadir algún tipo de filtrante y optar por un mayor tiempo de reposo para obtener una mejoría en sus propiedades físico químicas del agua tratada.

Mejorar las propiedades de la ceniza de cáscara de naranja o añadir algún otro biomaterial para ganar más carga positiva.

Plantear dosis menores a las de 6 gr/L de ceniza de cáscara de naranja o en todo caso cambiar tiempo de contacto en la mezcla rápida.

6. Referencias bibliográficas

- Andía C., (2000). Tratamiento de agua coagulación y floculación. Lima: SEDAPAL
Evaluación de plantas y desarrollo tecnológico. Tratamiento de agua:
coagulación y floculación.
- Arboleda V., (2000). Teoría y práctica de la purificación del agua. Bogota –
Colombia: Tercera edición - Tomo I y II
- Arboleda V., (1992). Teoría y práctica de la purificación del agua. En J. A. Valencia,
Teoría y práctica de la purificación del agua. (Pág. 1-19) Colombia: ed.
Acodal.
- Caceres A., (1999). Arsénico, Normativas y Efectos en la Salud. Recuperado de
<file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/65-691-1-PB.pdf>
- Garces C., (2012). Evaluación de la capacidad de adsorción en la cáscara de naranja
(*citrus sinensis*) modificada con quitosano para la remoción de Cr (vi) en
aguas residuales. UNIVERSIDAD DE CARTAGENA FACULTAD DE
INGENIERIAS PROGRAMA DE INGENIERIA QUIMICA CARTAGENA
DE INDIAS. Colombia – Cartagena. Recuperado de
<https://pdfs.semanticscholar.org/a078/63c22c20305f7e98542c7e90faefbfbee86c.pdf>
- Gehle K., (2009), La toxicidad del arsénico, Estudios de caso en medicina ambiental.
Recuperado de <file:///C:/Users/TOSHIBA/Downloads/65-691-1-PB.pdf>
- Gil P., (2018). Diseño de un biofiltro de murciélago de tuna (*opuntia ficus – indica*)
para remover arsénico. Recuperado de
<http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/5399>

Miliarum, (2008). Estabilidad y predominio de las especies de arsénico variando los rangos de pH en el medio acuático.

Minam, (2017). Contaminación del agua en el Perú. Recuperado de <http://www.minam.gob.pe/educacion/wp-content/uploads/sites/20/2017/02/Publicaciones-3.-Texto-de-consulta-M%C3%B3dulo-3.pdf>

Murrieta, (2019). Evaluación de la capacidad de adsorción del carbón activado mediante cáscara de naranja (*Citrus cinensis*) para la remoción de iones de arsénico en aguas residuales industriales.

Soto, (2009). Agricultura Sustentable, una alternativa de alto rendimiento. Universidad Autónoma de Nuevo León, Monterrey – México. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/402/40211113.pdf>

ONU-DAES (2014). Calidad del Agua. Recuperado de https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml

Yrigoin (2019). Eficiencia de la pectina de cascara de naranja para disminuir la concentración de arsénico en aguas de Mórrope.

7. Agradecimiento

A Dios por brindarme la fortaleza de terminar esta importante etapa de mi vida, por darme una maravillosa familia y permitirme conocer personas valiosas.

A mis Padres José Torres Becerra y Carmen Melgarejo Quispe por confiar siempre en mí, por brindarme su apoyo económico, pero principalmente su amor y consejos para llegar a cumplir esta meta.

A mis hermanos Diana Torres Melgarejo, Giancarlo Torres Melgarejo y Jimena Torres Melgarejo por ser parte de mi motivación.

A mis grandes amigos, en especial Jesús Rengifo Rodríguez por acompañarme durante esta etapa de mi vida y además por contribuir a cumplir esta meta.

A Diana Castañeda Vásquez por su tiempo, apoyo, confianza y motivación en mí para poder cumplir esta meta importante en mi vida.

A todos mis docentes que cursé desde el primer ciclo hasta la actualidad, especialmente a mi asesor Ing. Miguel Solar Jara por sus enseñanzas, su tiempo y su compromiso en ayudarme a concluir con este trabajo de Investigación.

8. Anexos y apéndice

ANEXOS Y APENDICE

ANEXOS 01
DESCRIPCION GEOGRAFICA DEL
AREA DE ESTUDIO

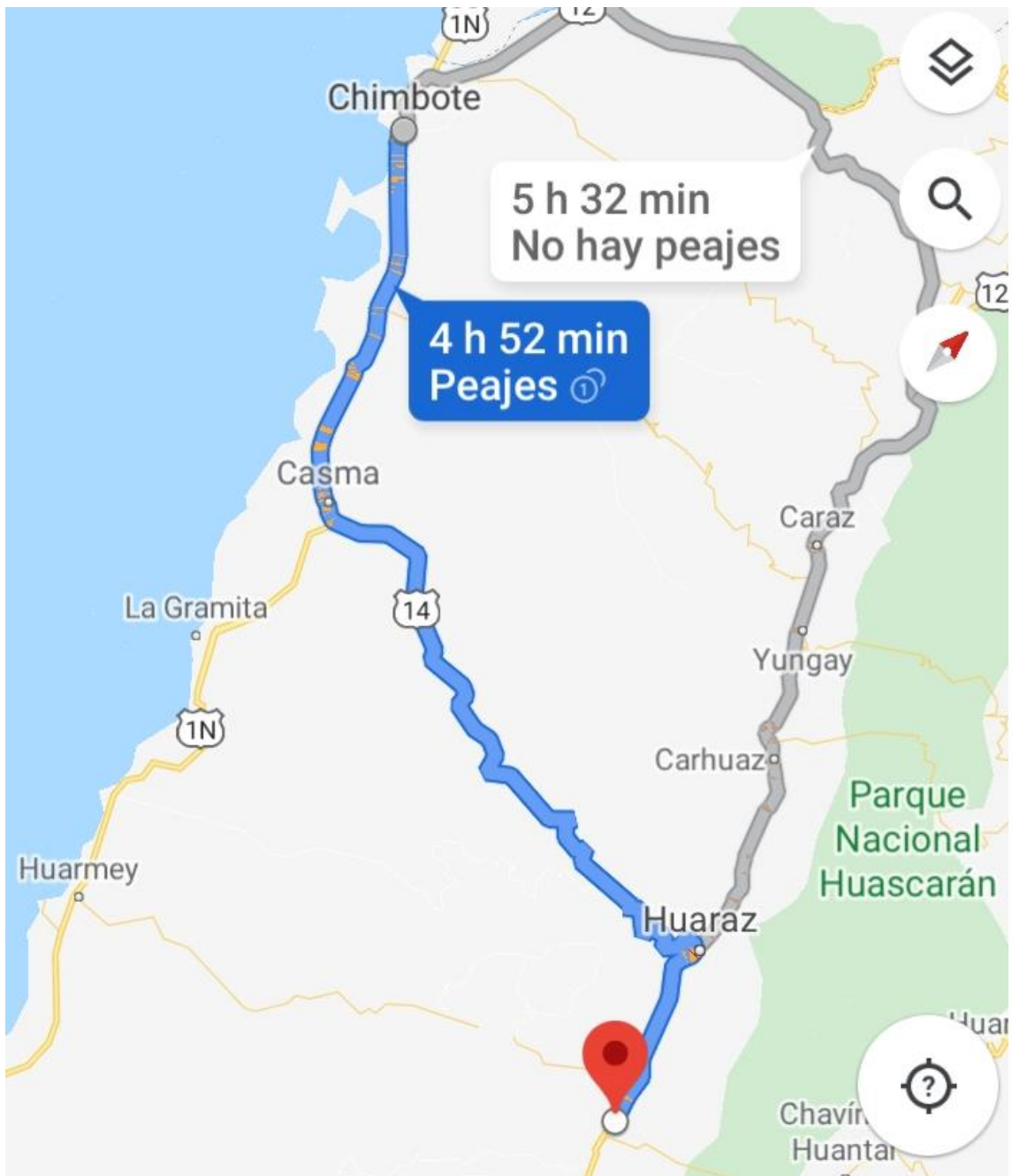


Figura 12. Ruta y tiempo para llegar al área de estudio.

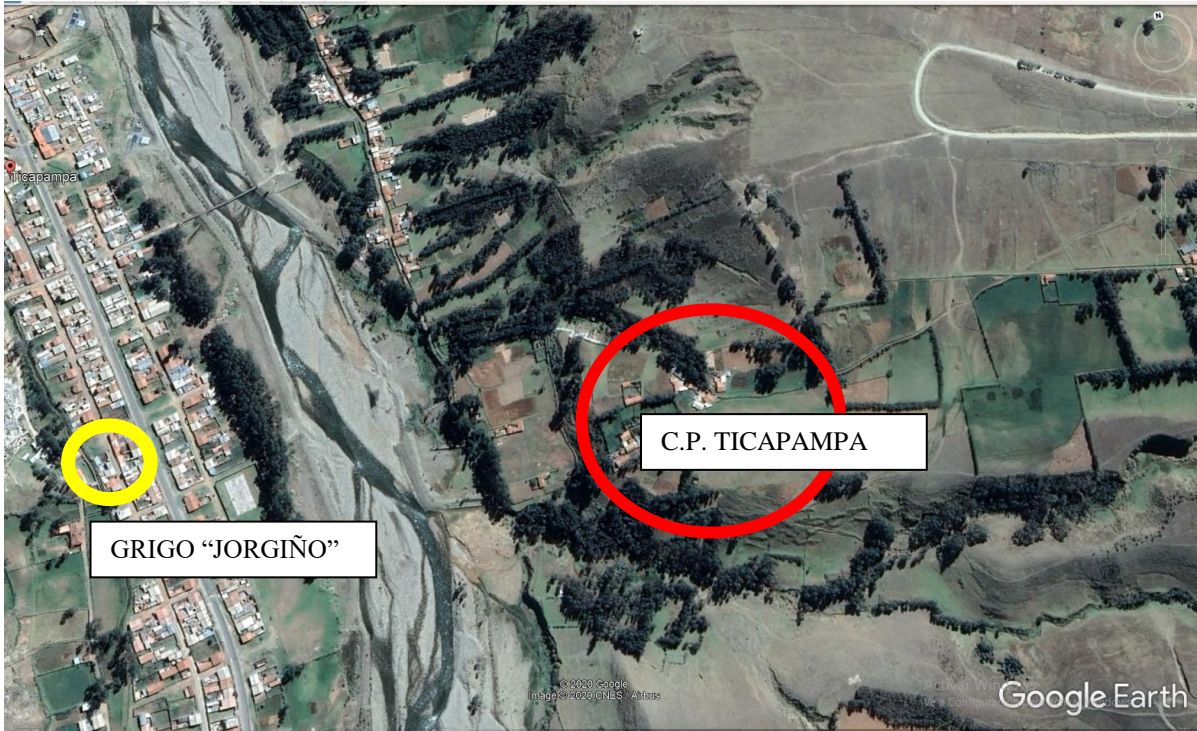


Figura 13. Area de estudio C.P. Ticapampa, referencia "Grifo Jorgiño"

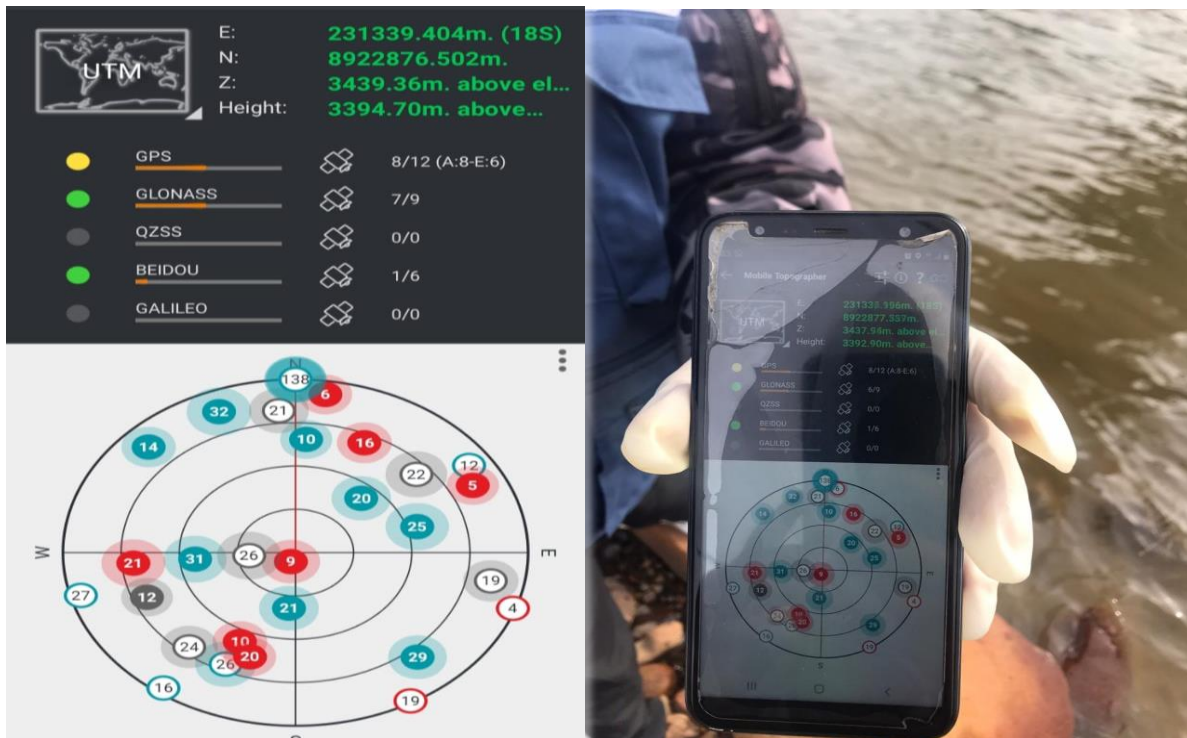


Figura 14. Coordenadas G65-84 UTM del área de estudio C.P. Ticapampa.

ANEXO 02
DISEÑO HIDRAULICO DEL
BIOFILTRO

MEMORIA DE CÁLCULO DE AGUA POTABLE

1.- NOMBRE DEL PROYECTO: "REMOCION DE ARSENICO MEDIANTE UN BIOFILTRO UTILIZANDO CENIZA DE CÁSCARA DE NARANJA EN LAS AGUAS DEL RIO SANTA - TICAPAMPA - 2020"

2.- FECHA: Marzo del 2020

3.- UBICACIÓN: DEPARTAMENTO: **ANCASH**
PROVINCIA: **SANTA**
DISTRITO: **TICAPAMPA**

1.- POBLACION DE DISEÑO Y DEMANDA DE AGUA

1.1 POBLACION FUTURA

A.- PERIODO DE DISEÑO :

Periodo de diseño (t) en años : 20 Años

B.- METODOS DE CÁLCULO :

a. _ Método Analítico

b. _ Método Comparativo

c. _ Metodo Racional

Datos :

Numero de Viviendas	=	30	Viviendas
Periodo de Diseño	t =	20 años	
Numero de Habitantes Promedio/ Viv.	=	5	(Promedio según encuesta)

Población Actual (Pa) = Numero de Viviendas x Numero de Habitantes promedio por Viviendas

Pa = 150 habitantes

*** 2do Caso**

(Cuando no existe información consistente, se considera el valor de " r " en base a los coeficientes de Crecimiento lineal por Departamento , que se presenta en el siguiente Cuadro)

COEFICIENTE DE CRECIMIENTO LINEAL POR DEPARTAMENTO " r "

DEPARTAMENTO	CRECIMIENTO ANUAL POR MIL HAB. " r "
Tumbes	20
Piura	30
Cajamarca	25
Lambayeque	35
La Libertad	20
Ancash	10
Huanuco	25
Junin	20
Pasco	25
Lima	25
Prov. Const Callao	20
Ica	32
Huancavelica	10
Ayacucho	10
Cuzco	15
Apurimac	15
Arequipa	15
Puno	15
Moquegua	10
Tacna	40
Loreto	10
San Martin	30
Amazonas	40
Madre de Dios	40

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

$$Pf = Pa \left(1 + \frac{r * t}{1000} \right)$$

DATOS :	Población Actual (2020)	=	150	habitantes
	Coeficiente de Crecimiento :	=	10	
	Periodo de Diseño (t)	=	20	años

r = 10 por cada 1000 habitantes (10 o/oo)

*** Población Futura :**

$$Pf (2037) = Pa (2020) * \left(1 + \frac{r * t}{1000} \right)$$

Pf = 180 habitantes

Se diseña con la población futura debido al periodo de vida útil del biofiltro

1.2 DEMANDA DE AGUA

DEMANDA DE DOTACIONES

POBLACION (Habitantes)		DOTACION (l/hab./dia)
Hasta	500	60
501 -	1000	60 - 80
1001 -	2000	80 - 100

Fuente: Ministerio de Salud (1962)

REGION	DOTACION (l/hab./dia)
COSTA	60
SIERRA	50
SELVA	70

Fuente: Ministerio de Salud (1984)

NOTA :

Para programas de vivienda con lotes de área menor o igual a 90 m², las dotaciones serán de 120 l/hab/d en clima frío y de 150 l/hab/d en clima templado y calido. **(NORMA OS.100 -RNE)**

Para el Proyecto se ha Considerado una Dotacion Diaria por Habitante de = **120** l/hab/día

VARIACIONES PERIODICAS

CONSUMO PROMEDIO DIARIO ANUAL (Qm)

Formula :

$$Qm = \frac{Pf * dotación (d)}{86400 \text{ s/día}}$$

Donde :

Qm = Consumo Promedio Diario (l/s)

Pf = Poblacion Futura (Hab)

D = Dotacion (l / Hab/dia)

= **180** habitantes

= **120** l/hab/día

$$Qm = \frac{Pf * dotación (d)}{86400 \text{ s/día}}$$

$$Qm = \mathbf{0.250} \text{ l/s}$$

CONSUMO MAXIMO DIARIO (Qmd)

$$Q_{md} = 1.3 * Q_m$$

RNE

$$Q_{md} = 0.325 \text{ l/s}$$

CONSUMO MAXIMO HORARIO (Qmh)

$$Q_{mh} = 2.5 * Q_m$$

$$Q_{mh} = 0.625 \text{ l/s}$$

CÁLCULO DE CAUDAL PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA EXISTENTE

CONSUMO DOMÉSTICO

$$\text{Consumo domestico (Cd)} = 0.325 \text{ l/s}$$

CONSUMO EN EDUCACIÓN

Dotación: 50 Lt/persona/día
Área: 50 personas

$$\text{Consumo en educación (Ce)} = 0.029 \text{ l/s}$$

CAUDAL DE DISEÑO:

$$Q_d = C_d + C_e$$

$$Q_d = 0.354 \text{ l/s} \quad \text{Caudal que necesita la población para que se abastezca de agua}$$

CALCULO DEL CAUDAL DE LA FUENTE DE CAPTACIÓN

Fórmula de Manning:

$$V = \frac{R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

$$Q = \frac{AR^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Donde:

V =	Velocidad	(m/s)
R =	radio hidráulico	(m)
S =	pendiente	
n =	coeficiente de Manning	
Q =	caudal	(m3/s)
A =	area	(m2)

Tirante del canal:	0.30 m
Base del Canal:	0.40 m
Talud (z):	0.00
Pendiente:	0.001
Coefficiente de Manning:	0.027

Area Hidraulica:	0.12 m ²
Perimetro Mojado:	1.00 m
Radio Hidraulico:	0.12 m
Velocidad:	0.28 m/s
Caudal:	0.03 m ³ /s

Caudal: 34.19 l/s

TABLA 6.2
VALORES DEL COEFICIENTE n DE KUTTER QUE GENERALMENTE
SE USA EN LOS DISEÑOS.

SUPERFICIE	n
Superficie metálica, lisa, sin pintar	0,012
Superficie metálica, lisa, pintada	0,013
Superficie metálica, corrugada	0,025
Cemento liso	0,011
Mortero de cemento	0,013
Madera cepillada	0,012
Madera sin cepillar	0,013
Tablones sin cepillar	0,014
Concreto liso	0,013
Concreto bien acabado, usado	0,014
Concreto frotachado	0,015
Concreto sin terminar	0,017
Gunita (sección bien terminada)	0,019
Gunita (sección ondulada)	0,022
Superficie asfáltica lisa	0,013
Superficie asfáltica rugosa	0,016
Tierra, limpia, sección nueva	0,018
Tierra, limpia, sección antigua	0,022
Tierra gravosa	0,025
Tierra, con poca vegetación	0,027
Tierra, con vegetación	0,035
Tierra, con piedras	0,035
Tierra, con pedrones	0,040
Para secciones circulares (trabajando como canal)	
Metal, liso	0,010
Acero soldado	0,012
Acero riveteado	0,016
Fierro fundido	0,013 – 0,014
Cemento	0,011 – 0,013
Vidrio	0,010

NOTA :

Este Caudal Minimo es Calculado desde la Fuente

Q = 34.19 l/s **(Caudal Minimo)**

Q min =	34.19 l/s	>	Qmd	0.325 l/s	OK
----------------	-----------	---	------------	-----------	-----------

2.- CAPTACIÓN

2.1 TIPO DE CAPTACION

A.- CAPTACION SUPERFICIAL (CANAL DE TIERRA)

2.2 DISEÑO HIDRAULICO Y DIMENSIONAMIENTO DE LA CAPTACION

(Para el dimensionamiento de la Captación es necesario conocer el **Caudal (Q) Maximo de la Fuente**), dicho canal es **utilizado para el consumo humano y la zona agrícola, es por ello que se utilizará el 15% del caudal del canal**

DATOS :	Caudal Maximo	=	7.18	l/s	OK
	Caudal Mínimo	=	5.13	l/s	
	Gasto Máximo diario	=	0.35	l/s	

DISEÑO HIDRAULICO DEL BIOFILTRO

Caudal de Diseño de la

Población : $Q_d =$ 7.18 l/s (según hojas de cálculo de sistema existente)

EN EL PRESENTE PROYECTO SE HA DECIDIDO:

DISEÑAR UN FILTRO DINÁMICO, EL CUAL TRABAJARÁ CON EL 75% DEL CAUDAL DE LA DEMANDA DE LA POBLACIÓN

PARÁMETROS DE DISEÑO

	Caudal de diseño (Q_d)	=	7.180	l/s
Caudal por filtrar:	70%	=	5.026	l/s
		=	0.005026	m3/seg
	Velocidad de filtración (V_f)	=		0.50 - 3.00 m-h
	Velocidad adoptada	=	1.200	m/h
		=	0.000333	m/seg

CALCULO DEL AREA SUPERFICIAL

$$A_s = \frac{Q_f}{V_f}$$

Donde :

$Q_f =$ Caudal a filtrarse (m3/seg)

$V_f =$ Velocidad de filtración (m/seg)

$A_s =$ 15.10 m²

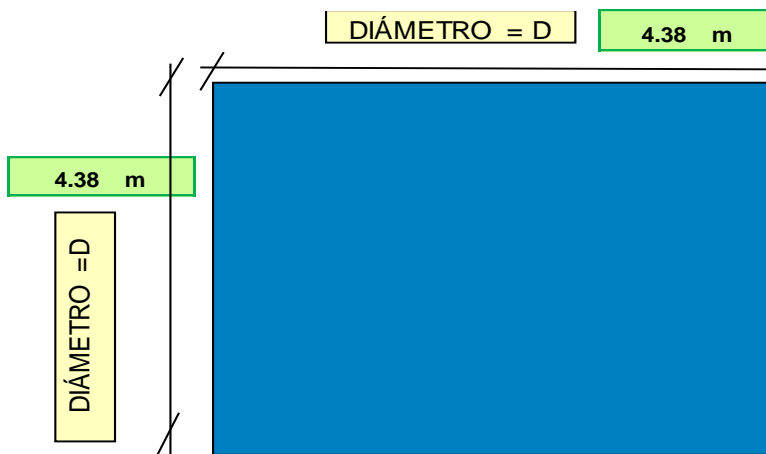
CÁLCULO DE LAS DIMENSIONES DEL BIOFILTRO

Diámetro (impuesto) $d =$ 4.38 m

MEDIDAS ADOPTADAS DEL BIOFILTRO DINÁMICO:

DIÁMETRO DEL FILTRO : $D =$ 4.38 m

Area de Filtración $\pi D^2/4 =$ 15.10 m²



COMPROBACION DE LA VELOCIDAD SUPERFICIAL DE LAVADO

$$b = 3.40 * \frac{QL}{Vs^3}$$

$$Vs = \sqrt[3]{\frac{3.40 * QL}{b}}$$

Donde :

b = Ancho del biofiltro = **4.38** m

Q = Caudal disponible para el lavado superficial

Vs = Velocidad superficial de lavado = **0,15 - 0,30 m/s**

NOTA :

Adoptamos el caudal de lavado igual al caudal de ingreso al biofiltro = **5.026** l/seg

Vs = **0.16** m/s

ATENCIÓN ----->>>

DENTRO DE NORMA
ENTRE 0.15 - 0.30 m/seg.
ES ACEPTABLE

CAMARA DE ENTRADA Y SALIDA DEL BIOFILTRO

NOTA :

El valor de la cámara de entrada y salida debe ser 1/5 (20%) de la longitud del filtro.

Cámara de entrada y salida: **20%**

LARGO DE CÁMARA DE ENTRADA Y SALIDA = 0.88 m

Adoptamos : = 0.40 m

Considerando las cámaras de entrada y salida de sección cuadrada, tenemos :

LARGO DE LA CÁMARA = L (caja) = 0.40 m

ANCHO DE LA CÁMARA = B (caja) = 0.40 m

ALTURA DE LA CÁMARA = Hcam (caja) = 0.40 m

CALCULO DE LA ALTURA DEL BIOFILTRO

$$H_f = H_{ls} + H_{le} + H_{al} + H_{bl}$$

Donde :

Hf =	Altura total del Biofiltro	(m)	
Hls =	altura del lecho de soporte (sedimentos)	0.20	m
Hal =	altura del agua	0.60	m
Hbl =	altura del borde libre	0.20	m

$$H_f = H_{ls} + H_{le} + H_{al} + H_{bl}$$

$$H_f = 0.20 \text{ m} + 0.60 \text{ m} + 0.20 \text{ m}$$

$$H_f = 1.00 \text{ m}$$

ANEXO 03

ANALISIS TERMICO DIFERENCIAL

DE LA CÁSCARA DE NARANJA



Trujillo, 07 de febrero del 2020

INFORME N° 33 - FEB-20

Solicitante: Torres Melgarejo Samir Alexander – Universidad San Pedro
RUC/DNI: 73070656
Supervisor:

1. MUESTRA: Cáscara de naranja (1.0 gr)

N° de Muestras	Código de Muestra	Cantidad de muestra ensayada	Procedencia
1	CN-33F	13 mg

2. ENSAYOS A APLICAR

- Análisis térmico por calorimetría diferencial de barrido DSC/ Análisis térmico Diferencial DTA.
- Análisis Termogravimétrico TGA.

3. EQUIPO EMPLEADO Y CONDICIONES

- Analizador Térmico simultáneo TG_DTA_DSC Cap. Máx.: 1600°C SetSys_Evolution, cumple con normas ASTM ISO 11357, ASTM E967, ASTM E968, ASTM E793, ASTM D3895, ASTM D3417, ASTM D3418, DIN 51004, DIN 51007, DIN 53765.
- Tasa de calentamiento: 20 °C/min
- Gas de Trabajo - Flujo: Nitrógeno, 10 ml/min
- Rango de Trabajo: 25 – 800 °C.
- Masa de muestra analizada: 13 mg.

Jefe de Laboratorio: Ing. Danny Chávez Novoa
Analista responsable: Ing. Danny Chávez Novoa

Tel.: 44-203510/949790880 danchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú



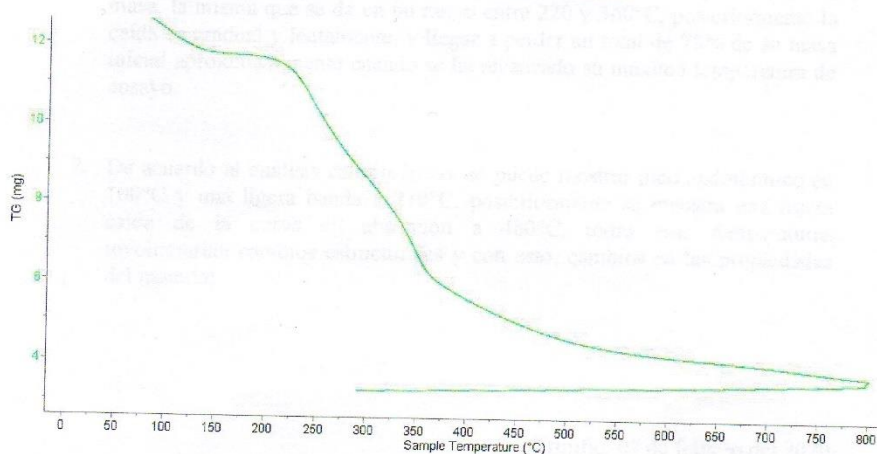


Trujillo, 07 de febrero del 2020

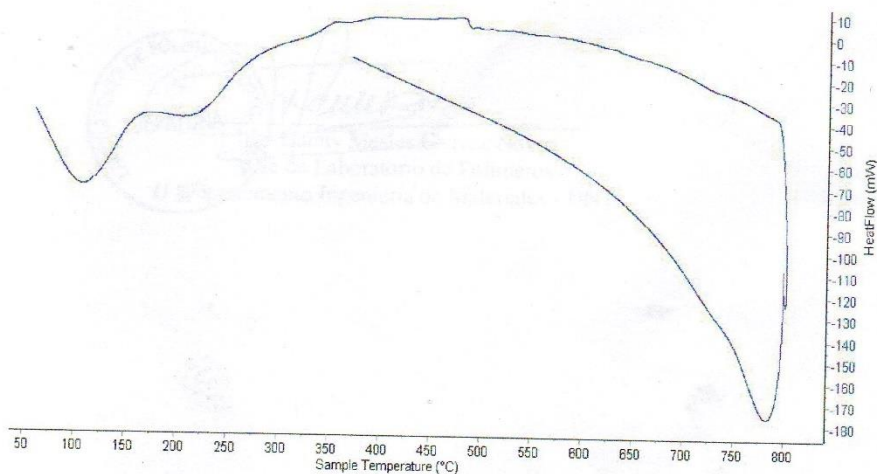
INFORME N° 33 - FEB-20

4. Resultados:

I- Curva de pérdida de masa - Análisis Termo gravimétrico.



II- Curva Calorimétrica ATD



Tel.: 44-203510/49790880 dianchavez@hotmail.com / Av. Juan Pablo II s/n - Ciudad Universitaria / Trujillo - Perú

LABORATORIO DE POLIMEROS DPTO. I.MAT.
JEFATURA
UNT
[Signature]




Trujillo, 07 de febrero del 2020

INFORME N° 33 - FEB-20

5. CONCLUSION:

1. Según el análisis Termo gravimétrico se muestra una caída muy intensa de la masa, la misma que se da en un rango entre 220 y 360°C, posteriormente la caída es gradual y lentamente, y llegar a perder un total de 78% de su masa inicial aproximadamente cuando se ha alcanzado su máxima temperatura de ensayo.
2. De acuerdo al análisis calorimétrico, se puede mostrar pico endotérmico en 100°C y una ligera banda a 210°C, posteriormente se muestra una ligera caída de la curva en absorción a 480°C, todas esas temperaturas involucrarían cambios estructurales y con esto, cambios en las propiedades del material.

Trujillo, 07 de febrero del 2020



Ing. Danny Mesías Chávez Novoa
Jefe de Laboratorio de Polímeros
Departamento Ingeniería de Materiales - UNT

ANEXO 04
CALCINACION DE LA CASCARA DE
NARANJA



CALCINACION DE MATERIAL	
PROYECTO:	REMOCIÓN DE ARSÉNICO MEDIANTE UN BIOFILTRO UTILIZANDO CENIZA DE CÁSCARA DE NARANJA EN AGUAS DEL RÍO SANTA - TICAPAMPA - 2020
SOLICITANTE:	TORRES MELGAREJO SAMIR ALEXANDER
MATERIAL:	CASCARAS DE NARANJA

RESULTADOS

TEMPERATURA DE CALCINACION	480 °C
TIEMPO A TEMPERATURA CONSTANTE MAXIMA	2 HORAS
PESO INICIAL	2 Kg
PESO FINAL	0.380 Kg
PERDIDA(%)	81 %


Jorge Alejandro Barrantes Vikanueva
ING. DE MATERIALES
R. CIP. N° 197384



Juan Pablo II s/n Ciudad Universitaria-Ing de Materiales- UNT/email:lab.ceramicos.unt@gmail.com

ANEXO 05

COMPOSICION QUIMICA DE LA

CENIZA DE CASCARA DE NARANJA



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

Informe N°025 -LAQ/2020

Análisis de ceniza de cáscara de naranja por FRXDE

Introducción.

Se analizó por fluorescencia de rayos-X dispersiva en energía (FRXDE) una muestra de ceniza de cáscara de naranja a pedido del Sr. **Torres Melgarejo, Samir Alexander**, alumno de la Universidad San Pedro, sede Huaraz, y como parte de su proyecto de tesis titulada:

“Remoción de Arsénico Mediante un Biofiltro Utilizando Ceniza de Cáscara de Naranja en Aguas del Río Santa – Ticapampa – 2020.”

La muestra está en forma de grano fino de color plomo.

Arreglo experimental.

Se utilizó un espectrómetro de FRXDE marca Amptek con ánodo de oro que operó a un voltaje de 30 kV y una corriente de 15 μ A. Los espectros se acumularon durante un intervalo neto de 300 s utilizando 2048 canales, con ángulos de incidencia y salida de alrededor de 45°; distancia muestra a fuente de rayos-X de 4 cm y distancia de muestra a detector de 2 cm aprox. La tasa de conteo, la cual depende de la geometría del arreglo experimental y de la composición elemental de la muestra, fue de alrededor de 5680 cts/s.

Esta técnica de FRXDE permite detectar la presencia de elementos químicos de número atómico Z igual y mayor que 13 mediante la detección de los rayos-X característicos que emiten los átomos. Las energías de estos rayos-X característicos aumentan con el valor de Z y pueden ser detectados siempre y cuando posean suficiente energía para poder penetrar la ventana del detector. Por esta limitación los picos de Mg ($Z=12$) no pueden ser registrados en el espectro.

La fuente de rayos-X utilizada emite rayos-X en dos componentes: un espectro con una distribución continua de 0 a 30 keV, y la otra que contiene los rayos-X característicos del tipo L y M de oro que se producen por el bombardeo del ánodo por electrones energéticos. Como consecuencia de esto, los espectros de FRXDE poseen tres componentes principales: una



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS

Laboratorio de Arqueometría

componente continua que es consecuencia de la dispersión por la muestra de los rayos-X de la componente continua de la fuente, un espectro discreto producido por la dispersión en la muestra de los rayos-X característicos de oro de la fuente, y el espectro discreto de los rayos-X característicos emitidos por la muestra de acuerdo a los elementos que contiene..

La presencia en el espectro de los rayos-X de oro dispersados por la muestra interfiere con la detección de los rayos-X característicos de elementos como germanio y selenio, a menos que se encuentren en altas concentraciones.

El análisis elemental de la muestra se hace primero de manera cualitativa para identificar la presencia de elementos en la muestra. Para el análisis cuantitativo se utiliza un programa que se basa en el método de parámetros fundamentales y simula todo el arreglo experimental incluyendo: composición elemental de la muestra, geometría experimental, distribución espectral de los rayos-X que emite la fuente y su interacción con la muestra y el proceso de detección. En esta etapa se puede identificar la presencia de picos de rayos-X característicos que pudieron haber pasado inadvertidos en la parte cualitativa por superponerse a picos más intensos. Este programa se calibra usando una muestra de referencia certificada denominada “Suelo de San Joaquín” adquirida de la NIST.

Resultados.

En la Figura 1 se muestra el espectro de FRXDE de esta muestra de ceniza de cáscara de naranja. La línea roja representa el espectro experimental y la línea azul el espectro calculado. Cubre el rango de energías de 1 a 18 keV que es el rango de interés en este estudio. En el espectro se puede observar la presencia del pico de argón, que es un gas inerte presente en el aire que respiramos. En general, cada pico identifica un elemento químico, comenzando por la izquierda con el pico de Al, seguido del pico de Si y así sucesivamente a medida que aumentan el número atómico del elemento y la energía del rayo-X..

La Tabla 1 muestra los resultados del análisis elemental de esta muestra. Las concentraciones están dadas en % de la masa total en términos de los óxidos más estables que se pueden formar en un proceso de calcinación. La suma en términos de contenido de óxidos es bastante



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

menos que 100%. Es probable que la muestra esté constituida en parte por compuestos de Na y Mg. que esta técnica no puede detectar, y/o diferentes de óxidos y/o hay una deficiencia en la calibración del instrumento. Para mayores detalles sobre la composición estructural de la muestra se sugiere hacer un análisis por difracción de rayos-X.

Tabla 1. Composición elemental de ceniza de cáscara de naranja en % de masa.

Óxido	Concentración % masa	Normalizado al 100%
Al ₂ O ₃	4.960	8.840
P ₂ O ₅	3.125	5.568
SO ₂	1.124	2.003
ClO ₂	0.543	0.968
K ₂ O	21.300	37.957
CaO	22.683	40.421
TiO ₂	0.020	0.035
Cr ₂ O ₃	0.004	0.006
MnO	0.022	0.040
Fe ₂ O ₃	0.115	0.205
CuO	0.005	0.012
ZnO	2.167	3.862
BrO ₂	0.013	0.023
SrO	0.033	0.059
Total	56.116	100.00



UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, Decana de América)

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS
Laboratorio de Arqueometría

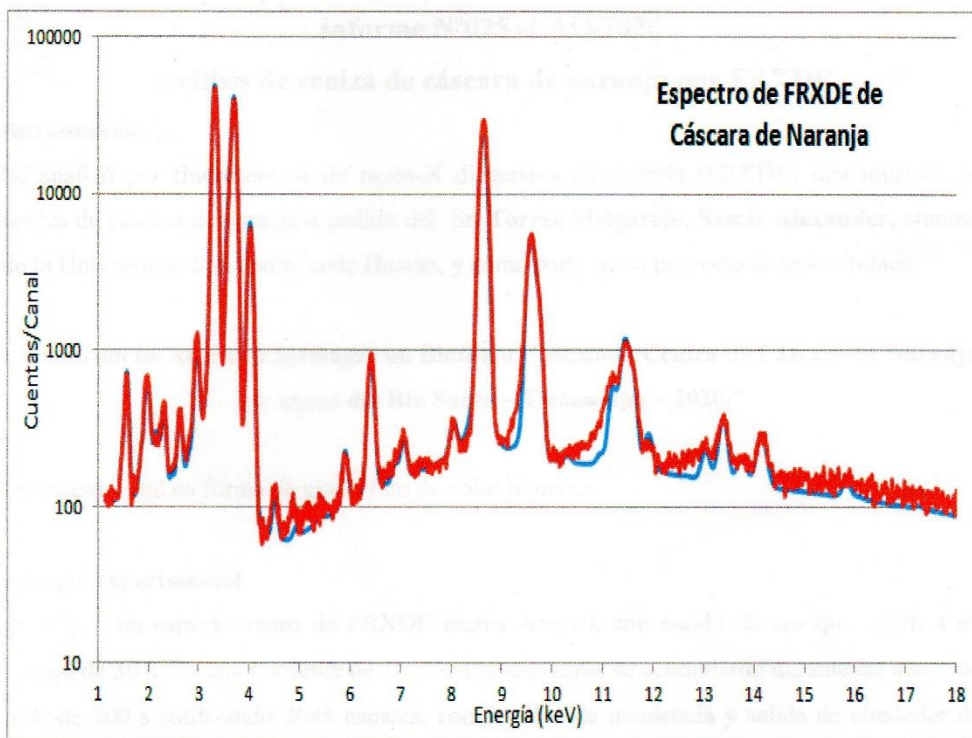


Figura 1. Espectro de FRXDE de ceniza de cáscara de naranja en escala semi logarítmica. Incluye el pico de Ar del aire y los picos de rayos-X de Au dispersados por la muestra. La curva en azul muestra el espectro simulado

Investigador Responsable:

Dr. Jorge A. Bravo Cabrejos
Laboratorio de Arqueometría

Lima, 25 de Febrero del 2020

ANEXO 06
PH DE LA CENIZA DE CASCARA DE
NARANJA



CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES

“COLECBI” S.A.C.

REGISTRADO EN LA DIRECCIÓN GENERAL DE POLÍTICAS Y DESARROLLO PESQUERO - PRODUCE

INFORME DE ENSAYO N° 20200221-038

Pág. 1 de 1

SOLICITADO POR : TORRES MELGAREJO SAMIR ALEXANDER.
 DIRECCION : Miraflores Alto Perú Pje. Los Olivos Mz Q Lote 10 Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : ABAJO INDICADO
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 01 muestra
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En bolsa de polietileno, cerrada.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-02-21
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-02-21
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-02-22
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico.
 CÓDIGO COLECBI : SS 200221-10

RESULTADO

“REMOCION DE ARSENICO MEDIANTE UN BIOFILTRO UTILIZANDO CENIZA DE CASCARA DE NARANJA EN AGUAS DEL RIO SANTA – TICAPAMPA - 2020”

MUESTRA	ENSAYO
	pH
CENIZA DE CASCARA DE NARANJA	10,23

METODOLOGIA EMPLEADA

pH : Potenciométrico.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
 Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- Estos resultados de 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.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : SI () NO (X)
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 24 del 2020.
 GVRJ/ms

A. Gustavo Vargas Ramos
 Gerente de Laboratorios
 C.B.P. 326
 COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIE
 Rev. 06
 Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com

ANEXO 07

ENSAYOS FISICO-QUIMICO Y

CONTENIDO DE ARSENICO DE LA

MUESTRA PATRON Y

EXPERIMENTALES



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 046**



Registro N° LE - 046

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20200221-035

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR : TORRES MELGAREJO SAMIR ALEXANDER.
 DIRECCION : Miraflores Alto Perú Pje. Los Olivos Mz Q Lote 10 Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE RIO).
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 05 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frascos de plástico con tapa.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-02-21
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-02-21
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-02-28
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico e Instrumental.
 CÓDIGO COLECBI : SS 200221-11

RESULTADOS

"REMOCION DE ARSENICO MEDIANTE UN BIOFILTRO UTILIZANDO CENIZA DE CASCARA DE NARANJA EN AGUAS DEL RIO SANTA - TICAPAMPA - 2020"

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	MUESTRA PATRON RIO SANTA - TICAPAMPA
S.T.D. (mg/L)	304
Cloruros (mg/L)	8
(*) Turbidez (NTU)	125,9
Conductividad (uS/cm)	472
(**) pH	3,33

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

(**) Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1060: I: SMEWW-APHA-AWWA-WEF

ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	MUESTRA PATRON RIO SANTA - TICAPAMPA
Arsénico (As)	0,005	1,518

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



Registro N° LE - 046

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20200221-036

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR : TORRES MELGAREJO SAMIR ALEXANDER.
 DIRECCION : Miraflores Alto Perú Pje. Los Olivos Mz Q Lote 10 Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE RIO).
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 05 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frascos de plástico con tapa
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-02-21
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-02-21
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-02-28
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico e Instrumental.
 CÓDIGO COLECBI : SS 200221-11

RESULTADOS

"REMOCION DE ARSENICO MEDIANTE UN BIOFILTRO UTILIZANDO CENIZA DE CASCARA DE NARANJA EN AGUAS DEL RIO SANTA - TICAPAMPA - 2020"

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	MUESTRA EXPERIMENTAL 1 AGUA DE RIO SANTA - TICAPAMPA CON 6 gr/L
S.T.D. (mg/L)	890
Cloruros (mg/L)	7
(*) Turbidez (NTU)	100,8
Conductividad (uS/cm)	1401
(**) pH	9,97

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

(**) Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1060: I: SMEWW-APHA-AWWA-WEF

ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	MUESTRA EXPERIMENTAL 1 AGUA DE RIO SANTA - TICAPAMPA CON 6 gr/L
Arsénico (As)	0,005	0,220

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20200221-036

Pág. 2 de 2

METODOLOGÍA EMPLEADA

Sólidos Totales Disueltos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.
Turbidez : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017.
Cloruros : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed. 2017. Chloride. Argentometric Method.
Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.
pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method.
Arsénico : EPA Method 200.7, Rev. 4.4 EMMC Version / 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:
Proporcionadas por el Solicitante (X) **Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()**
 - Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
 - A Solicitud del cliente solo se reportara Arsenico.
 - Estos resultados de 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.
 - No afecta al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
 - El informe incluye diagrama, croquis o fotografías: **SI ()** **NO (X)**
 - Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.
- Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 29 del 2020.
GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C. R. P. 376
COLECBI S.A.C.

LC-MP-HRIEVO
Rev. 06
Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

LABORATORIO DE ENSAYOS CLINICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

COLECBI S.A.C.

Urb. Buena Vista, Mo. A. H. 7. 15



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



Registro N° LE - 046

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20200221-037

Pág. 1 de 2

SOLICITADO POR : TORRES MELGAREJO SAMIR ALEXANDER.
 DIRECCION : Miraflores Alto Perú Pje. Los Olivos Mz Q Lote 10 Chimbote.
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA
 PRODUCTO DECLARADO : AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA DE RIO).
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA
 CANTIDAD DE MUESTRA : 05 muestras.
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : En frascos de plástico con tapa.
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2020-02-21
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2020-02-21
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2020-02-28
 LUGAR REALIZADO DE LOS ENSAYOS : Laboratorio Físico Químico e Instrumental.
 CÓDIGO COLECBI : SS 200221-11

RESULTADOS

"REMOCION DE ARSENICO MEDIANTE UN BIOFILTRO UTILIZANDO CENIZA DE CASCARA DE NARANJA EN AGUAS DEL RIO SANTA - TICAPAMPA - 2020"

ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS

ENSAYOS	MUESTRA
	MUESTRA EXPERIMENTAL 2 AGUA DE RIO SANTA - TICAPAMPA CON 12 gr/L
S.T.D. (mg/L)	1330
Cloruros (mg/L)	140
(*) Turbidez (NTU)	42,6
Conductividad (uS/cm)	2,06
(**) pH	10,05

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

(**) Fuera del alcance por tiempo de vigencia de la muestra, según la tabla 1060: I: SMEWW-APHA-AWWA-WEF

ENSAYOS DE METALES

METALES TOTALES (mg/L)	L.C. (mg/L)	MUESTRA EXPERIMENTAL 2 AGUA DE RIO SANTA - TICAPAMPA CON 12 gr/L
Arsénico (As)	0,005	0,314

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 I Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752
 Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe
 Web: www.colecbi.com



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 046



Registro N° LE - 046

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20200221-037

Pág. 2 de 2

METODOLOGÍA EMPLEADA

Sólidos Totales Disueltos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. 2017. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C.

Turbidez : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed. 2017

Cloruros : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-Cl B, 23rd Ed.2017. Chloride. Argentometric Method.

Conductividad : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Ed. 2017. Conductivity. Laboratory Method.

pH: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed.2017. pH Value. Electrometric Method.

Arsénico : EPA Method 200.7, Rev. 4.4 EMMC Version / 1994. Determination of metals and trace elements in water and wastes by inductively coupled plasma-atomic emission spectrometry.

NOTA:

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras :
Proporcionadas por el Solicitante (X) Muestras tomadas por COLECBI S.A.C. ()
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s.
- A Solicitud del cliente solo se reportara Arsenico.
- Estos resultados de 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.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perecibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías : **SI () NO (X)**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negrita y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Febrero 29 del 2020.
GVR/jms

A. Gustavo Vargas Ramos
Gerente de Laboratorios
C.E.P. 326
COLECBI S.A.C.

LC-MP -HRIEVO
Rev. 06
Fecha 2019-07-01

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN DEL LABORATORIO, EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

COLECBI S.A.C.

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Teléfono: 043 310752

Celular: 998392893 - 998393974 - Apartado 127

e-mail: colecbi@speedy.com.pe / medioambiente_colecbi@speedy.com.pe

Web: www.colecbi.com

ANEXO 08
PANEL FOTOGRAFICO



Figura 15. Ubicación de la zona donde se obtuvo la cáscara de naranja, Mercado La Perla, referencia al frente del Mega Plaza de la ciudad de Chimbote.



Figura 16. Obtención de naranjas del Mercado La Perla.



Figura 17. Lavado de naranjas con agua potable.



Figura 18. Secado de naranjas con una franela de algodón limpia.



Figura 19. Picado de cascara de naranja.



Figura 20. Cascara de naranja picada y almacenada en un recipiente de vidrio libre de impurezas.



Figura 21. Laboratorio de Polímeros de la Universidad Nacional de Trujillo.



Figura 22. Laboratorio de cerámicos y suelos de la Universidad Nacional de Trujillo.



Figura 23. Armado estructural del biofiltro.



Figura 24. Motor con torque y programado para girar a 200 RPM.



Figura 25. Llave de paso para controlar la entrada y salida de agua.



Figura 26. Obtención de muestras de agua del Rio Santa – Ticapampa.



Figura 27. Verificación del Biofiltro.

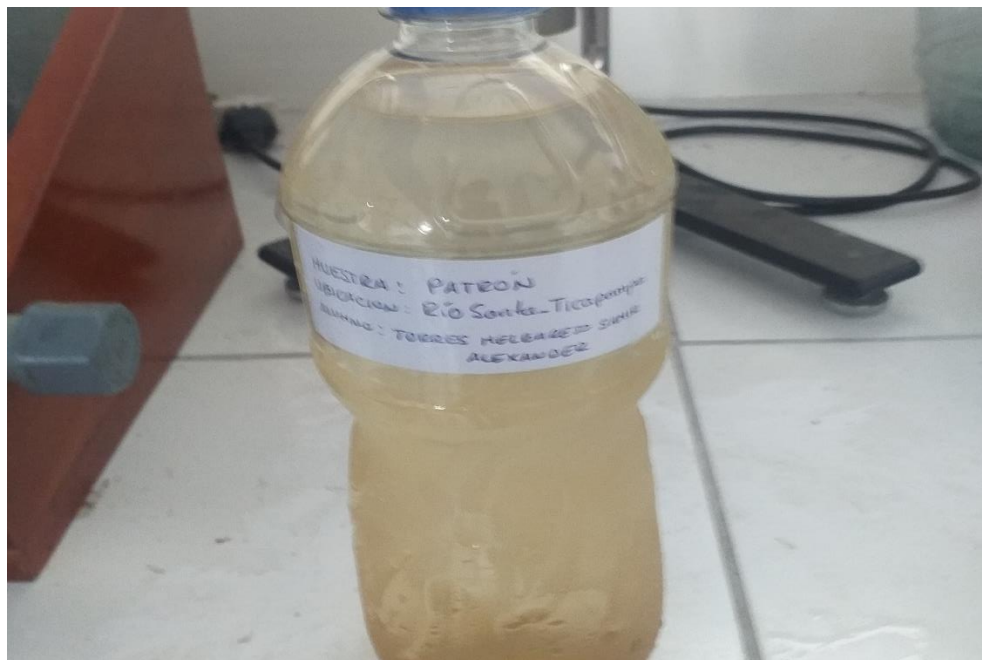


Figura 28. Muestra patrón de aguas del Rio Santa – Ticapampa.



Figura 29. Experimental 01 en el biofiltro.



Figura 30. Experimental 02 en el biofiltro.



Figura 31. Obtención de muestra patrón y experimentales listas para realizar ensayos físico-químico y contenido de arsénico.



Figura 32. Realización de ensayos físico-químicos y contenido de arsénico en el Laboratorio COLECBI S.A.C.