



**UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE
GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIA Y
CONSTRUCCIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

TEMA:

**REMOCIÓN DE COLIFORMES FECALES USANDO UN HUMEDAL
ARTIFICIAL DE FLUJO SUB-SUPERFICIAL CON LECHO DE
ZEOLITA**

TUTOR:

MG. ING. PABLO MARIO PAREDES RAMOS

AUTORES:

MARCOS GABRIEL CEVALLOS INTRIAGO

JULIO ANDRÉS MACÍAS MEDINA

GUAYAQUIL – ECUADOR

2019

REPOSITARIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS

TITULO Y SUBTITULO: Remoción de coliformes fecales usando un humedal de flujo subsuperficial con lecho de zeolita	
AUTOR/ES: Marcos Gabriel Cevallos Intriago Julio Andrés Macías Medina	REVISORES: Ing. Pablo Mario Paredes Ramos Mg.
INSTITUCIÓN: Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil	FACULTAD: Facultad de Ingeniería Industria y Construcción
CARRERA: INGENIERIA CIVIL	
FECHA DE PUBLICACIÓN: 2019	N. DE PAGS: 106
ÁREAS TEMÁTICAS: Arquitectura y construcción	
PALABRAS CLAVE: Tratamiento de agua residual, Propiedades, Mineral, Método científico, Microorganismo	
RESUMEN: En esta investigación se describen los cambios obtenidos en el agua residual domestica después de haber pasado por un tratamiento biológico, en el cual, por las propiedades moleculares del mineral utilizado se espera una limpieza más profunda a la obtenida por métodos convencionales. Obteniendo como principal resultado cambios físicos, como las mejoras en su coloración y olor. Con los resultados de los informes de laboratorios se obtuvieron porcentajes bajos en la remoción de microorganismos. Con este método científico experimental se pude concluir que los factores ambientales, así como el caudal con el que ingresa el agua residual domestica son de gran importancia para el correcto tratamiento.	
N. DE REGISTRO (en base de datos):	N. DE CLASIFICACIÓN:
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	
ADJUNTO URL (tesis en la web):	
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTORES/ES: Marcos Gabriel Cevallos Intriago, Julio Andrés Macías Medina	Teléfono: 0998993779-0995780478 E-mail: m.cevallos04@gmail.com juliomacias1994@gmail.com
CONTACTO EN LA INSTITUCION:	Nombre: Ing. Alex Salvatierra Espinoza, Msc. Decano
	Teléfono: (04) 259 6500 Ext. 241
	E-mail: asalvatierrae@ulvr.edu.ec

CERTIFICADO DE SIMILITUDES



Urkund Analysis Result

Analysed Document: TESIS CEVALLOS-MACÍAS (1).docx (D54371218)
Submitted: 7/10/2019 12:35:00 AM
Submitted By: pparedesr@ulvr.edu.ec
Significance: 2 %

Sources included in the report:

<https://docplayer.es/21586368-Ing-cosme-casals-corella-usos-y-aplicaciones.html>
<https://de.slideshare.net/JuniorRomero7/tesis-completa-xavier-fuentes-bayne>
<https://www.asturnatura.com/especie/scirpoides-holoschoenus.html>
http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Protocolodecuantificaciondemicroorganismos_19851.pdf
06fbccbb-f84d-4d51-b4e1-b0286008c78b
ded52a44-4d45-42a2-8b35-99c4d42e1f5d

Instances where selected sources appear:

9

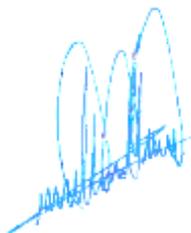
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Los estudiantes egresados MARCOS GABRIEL CEVALLOS INTRIAGO y JULIO ANDRES MACIAS MEDINA, declaramos bajo juramento, que la autoría del presente trabajo de investigación corresponde totalmente a los suscritos y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación realizada.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos patrimoniales y titularidad a la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL, según lo establece la normativa vigente.

Este proyecto se ha ejecutado con el propósito de estudiar la Remoción de coliformes fecales usando un humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita.

Autores.



Firma:

MARCOS GABRIEL CEVALLOS INTRIAGO

C.I. 1310789787



Firma:

JULIO ANDRÉS MACÍAS MEDINA

C.I. 0923928295

CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto de investigación en la REMOCIÓN DE COLIFORMES FECALES USANDO UN HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON LECHO DE ZEOLITA, designando por el Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL.

CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado en todas sus partes el Proyecto de Investigación titulado: “REMOCIÓN DE COLIFORMES FECALES USANDO UN HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUBSUPERFICIAL CON LECHO DE ZEOLITA”, presentado por los estudiantes **MARCOS GABREL CEVALLOS INTRIAGO** y **JULIO ANDRES MACIAS MEDINA** como requisito previo, para optar al Título de INGENIERO CIVIL, encontrándose aptos para su sustentación.

Firma:



ING. PABLO MARIO PAREDES RAMOS

C.I. 0911828150

AGRADECIMIENTO

Quiero elevar nuestro más sincero agradecimiento, a la vida que a lo largo de nuestra existencia nos ha puesto a las personas y las situaciones necesarias para llegar a este momento. A la familia que la vida nos dio, por enseñarnos a caminar, por el amor y los valores inculcados que han sido la base del carácter que nos ha permitido conseguir este objetivo. A la familia que la vida nos permitió escoger, porque sin ser su obligación nos acompaña, nos anima y nos apoya para alcanzar metas y seguir luchando por nuevos sueños a lograr.

A nuestros maestros, todos aquellos que con sus conocimientos fueron moldeando profesionales y nos motivaron a seguir adelante. A nuestro compañero de tesis, por su gran esfuerzo a lo largo de nuestra formación académica y profesional, así como su dedicación en este proyecto de investigación y que sin él no hubiese sido igual. A nuestro tutor, por compartir su pericia y así poder haber materializado este sueño por tanto tiempo anhelado.

A todas esas personas que con y sin intención colaboraron y nos dieron las fuerzas para llegar a esta meta aun cuando no se vislumbraba luz alguna en el sendero y el éxito parecía inalcanzable. A todos.

MARCOS GABRIEL CEVALLOS INTRIAGO

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por darme vida y la oportunidad de encaminarme por el sendero del conocimiento para poder realizar esta investigación y darme fortaleza en aquellos momentos difíciles y de debilidad.

Gracias a mis padres por sus consejos, valores y principios que me ayudaron y fueron la guía adecuada para alcanzar cada uno de mis objetivos planteados a lo largo de estos años, a mi hermano y a mi esposa por ser parte de este difícil camino su apoyo moral e incondicional fueron de gran ayuda, sin ustedes familia no hubiera sido posible, y a mi compañero de tesis ya que durante todo el proceso de formación superior ha sido como un hermano en este arduo sendero.

Mi grato agradecimiento a cada uno del docente de la Facultad de Ingeniería Industria y Construcción de la Universidad laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil que durante todos estos años compartieron sus conocimientos encaminándonos en esta linda profesión. Y a mí tutor de tesis por el grandioso asesoramiento y guía durante todo el proceso de la investigación.

JULIO ANDRÉS MACÍAS MEDINA

DEDICATORIA

Con mucho cariño.

A mi familia, que siempre ha estado conmigo en todos los senderos que la vida me ha colocado. A mi madre porque a pesar de que somos tan distintos nos parecemos tanto y sin ella no estaría en donde estoy. A mis hermanos porque siempre han sido una buena motivación para seguir en busca de nuevos retos.

A mi mujer que no solo se lleva mi eterno agradecimiento, sino también el reconocimiento por cada esfuerzo realizado para alcanzar esta meta. A mi hijo porque nunca me di cuenta de la importancia del camino recorrido hasta que vi esa pequeña persona siguiendo mis pasos. A los maestros que sirvieron de motivación para no descansar en la lucha diaria para lograr este objetivo.

A todos aquellos que creyeron mí y en este proyecto. Para todos, este logro también es suyo.

MARCOS GABRIEL CEVALLOS INTRIAGO

DEDICATORIA

Dedico este trabajo investigativo principalmente a Dios por permitirme llegar a este momento tan importante a lo largo de mi vida como es mi formación como profesional, sacrificio no hay resultado.

A mis padres por ser mis mejores amigos, mi guía mi ejemplo a seguir ya que me han enseñado que sin sacrificio no habrá una recompensa, son mi mayor motivación para el crecimiento tanto personal como profesional, a cada uno de mis familiares que de formar directa e indirecta brindaron su granito de arena para la ardua preparación como profesional durante todo este tiempo, a mi esposa que al igual que yo anhelaba mucho este momento.

Y por último a los docentes que durante todo este transcurso de preparación de nivel superior supieron brindar su conocimiento para mi crecimiento como profesional.

JULIO ANDRÉS MACÍAS MEDINA

ÍNDICE GENERAL

CARÁTULA.....	i
FICHA DE REGISTRO DE TESIS	ii
CERTIFICADO DE SIMILITUDES	iii
DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	iv
CERTIFICADO DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR.....	v
AGRADECIMIENTO	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA.....	ix
ÍNDICE GENERAL.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN.....	xii
ÍNDICE DE FIGURA	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiii
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I.....	3
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. Tema.....	3
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.3. Formulación del problema	3
1.7. Justificación de la investigación.....	4
1.8. Delimitación o alcance de la investigación	5
1.9. Hipótesis.....	5
1.10. Línea de Investigación.....	5
CAPITULO II.....	6
MARCO TEÓRICO	6
2.1. Antecedentes.....	6
2.2. Marco conceptual.....	7
2.3 . Marco legal.....	30
CAPITULO III	36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	36

3.1. Metodología	36
CAPITULO IV	56
INFORME FINAL.....	56
4.1. Valorar la cantidad de coliformes fecales por mililitro en el humedal artificial con lecho de zeolita.	56
4.1 Calificar las principales características de las aguas tratadas en un proceso con presencia de zeolita.	64
4.2 Comparar la eficacia en la remoción de coliformes fecales en un humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita y sin zeolita.	65
CONCLUSIONES	66
RECOMENDACIONES	68
Bibliografía.....	69
Anexos	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Filtración por membrana	16
Tabla 2 Método para detectar coliformes NMP	16
Tabla 3 límite de descarga a un cuerpo dulce.....	33
Tabla 4 Cantidad de coliformes fecales /ml en el humedal artificial con lecho de zeolita (laboratorio 1).....	56
Tabla 5 Cantidad de coliformes fecales /ml en el humedal artificial con lecho de zeolita (laboratorio 2).....	56
Tabla 6 Cantidad de coliformes fecales /ml en el humedal artificial con lecho de zeolita (laboratorio 3).....	57
Tabla 7 Características físicas de las aguas tratadas con zeolita	64
Tabla 8 Comparación de remoción de coliformes fecales.....	65

ÍNDICE DE ILUSTRACIÓN

Ilustración 1. Dimensiones de la planta piloto.....	38
Ilustración 2 Limpieza de la planta piloto.....	39
Ilustración 3. Se procedió la limpieza de la planta piloto	40
Ilustración 4. Piedra “1/8”.....	40
Ilustración 5. Altura de la piedra 1/8.....	41
Ilustración 6. Colocación de Arena gruesa.	41
Ilustración 7. Altura de arena gruesa	42
Ilustración 8. Ubicación de cantera.....	43
Ilustración 9. Zeolita (Clinoptilolita).	43
Ilustración 10. Colocación de piedra 1/8	44
Ilustración 11. Colocación de.....	44
Ilustración 12. Colocación de junco de río	44
Ilustración 13. Colocación de zeolita.....	45
Ilustración 14. Ubicación de PTAR	45
Ilustración 15. Manipulación del	46
Ilustración 16. Llenado de Tanque elevado	46
Ilustración 17. Toma de muestra en la entrada del	47
Ilustración 18. Toma de muestra, a la salida de la planta piloto.	47
Ilustración 19. Salida del agua residual tratada.....	48
Ilustración 20. Prueba con 35cm de zeolita.	48
Ilustración 21. Toma de muestra, a la entrada	49
Ilustración 22. Toma de muestra, a la salida.....	49
Ilustración 23. Salida del agua residual	50
Ilustración 24. Prueba con una altura de 45cm de zeolita.....	51
Ilustración 25. Toma de muestra, a la entrada del tanque elevado.	51
Ilustración 26. Tomada de muestra del agua residual tratada,	51
Ilustración 27. Prueba con altura 25 cm con piedra 1/8.....	52
Ilustración 28. Toma de muestra del agua residual,.....	53
Ilustración 29. Toma de muestra del agua residual tratada,.....	53
Ilustración 30. Salida del agua residual tratada.....	53
Ilustración 31. Acondicionamiento para toma de última muestra con altura de 25cm.....	54
Ilustración 32. Toma de agua residual doméstica en tanque elevado.	55
Ilustración 33. Agua residual domestica a la	55
Ilustración 34. Agua residual domestica trata a la salida.....	55

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1	Bacteria Coliforme	9
Figura 2	Coliformes Fecales.....	10
Figura 3	Bacteria E. Coli	11
Figura 4	E. Coli Enterotoxigénico.....	11
Figura 5	E. Coli Enteropatógeno	12
Figura 6	E. Coli Enterohemorrágico	13
Figura 7	E. Coli Enteroinvasivo	14
Figura 8	Método NMP	15
Figura 9	Método Filtración por membrana	17
Figura 10	Humedales artificiales.....	19
Figura 11	Humedal de flujo subsuperficial	21
Figura 12	Componentes del humedal	24
Figura 13	Junco de río	25
Figura 14	Composición zeolítica.....	26

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	71
Anexo 2.	82
Anexo 3.	90

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial uno de las principales problemáticas es la contención y los tratamientos de aguas residuales a lo largo de los años se han ido desarrollando diferentes técnicas que permiten mitigar el impacto ambiental producido por las mismas. En los países más desarrollados dependiendo de la población de sus localidades se utilizan distintos sistemas de tratamiento como es el caso de los humedales en poblaciones más pequeñas. En los últimos años se ha considerado la implementación los humedales artificiales con flujos superficiales y subsuperficiales.

A nivel nacional el sistema para el tratamiento de aguas residuales domesticas más utilizados son las lagunas de oxidaciones que trabajan por medio de procesos físico. Y hablando de sector dispersos que generalmente tienen poca cantidad de habitantes los métodos más utilizados son pozos sépticos o letrinas sanitarias. Son pocos los lugares que utilizan humedales como sistemas de tratamiento y mucho menos los artificiales de flujo superficiales o subsuperficiales.

A nivel local encontramos dos sistemas de tratamientos grandes como son las piscinas de oxidación y el humedal seco para el tratamiento de aguas residuales domésticas. Y dentro de los perímetros no encontramos ningún sistema de tratamiento de humedal de flujo superficial o subsuperficial. Sin embargo, existe una considerable contaminación a niveles periféricos de quebradas y canales debido a descargas clandestinas.

Al ser los humedales artificiales de flujo subsuperficial un procesó de tratamiento de aguas residuales domesticas sobre el cual no tenemos mucha información, es necesario analizarlo para identificar posibles mejoras en su sistema y poder implementarlo como alternativa para el tratamiento de aguas residuales domésticas.

Por esta razón es imprescindible la evaluación de la remoción de coliformes fecales en el proceso, probando alternativas de los elementos que forman el humedal que puedan ayudar a potenciar la extracción de los coliformes para la descarga. Ya que existe un estudio reciente utilizando lecho de zeolita y debido a las características minerales que esta posee se realizara la evaluación utilizándola en el humedal artificial de flujo subsuperficiales.

En primer lugar, en el capítulo uno, se expondrá la problemática y los objetivos planteados para encontrar una posible solución. En el capítulo dos como segundo punto se enumerarán los diferentes tópicos sobre los cuales se fundamentará la investigación y ayudaran a trazar una línea para la metodología y los procesos a realizar.

Luego en el capítulo tres se establecerá la metodología y procesos a ejecutar para alcanzar los objetivos propuestos. Y por último en el capítulo cuatro terminando con el análisis de los resultados obtenidos en las pruebas realizadas, obteniendo conclusiones analíticas e identificando posibles recomendaciones.

CAPÍTULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Tema.

Remoción de coliformes fecales usando un humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita.

1.2. Planteamiento del problema.

Uno de los grandes retos que tienen las ciudades con un gran número de habitantes es lo que concierne al tratamiento de aguas residuales. En la actualidad Guayaquil cuenta con algunas plantas de tratamiento y varios sistemas para el tratamiento de las aguas generadas por los habitantes de la ciudad, como son las piscinas de oxidación y el humedal seco que se encuentra en la periferia de la misma.

La contaminación y los impactos ambientales en el Estero Salado, generados principalmente por las descargas (muchas veces descontroladas) de aguas residuales, ha sido uno de los problemas más grandes que ha tenido que afrontar la ciudad. Y de idéntica manera existen municipios y poblados con un alto número de habitantes, que no cuentan con un buen proceso o sistema para el tratamiento de las mismas.

Los procesos químicos para la remoción de contaminantes de las aguas residuales suelen ser costosos, por lo que el método más común es mediante procesos físicos. Los métodos físicos usados para tratar las aguas residuales, suele tomar un periodo de tiempo considerable, por lo que se verá directa y de gran manera afectado con el incremento de la población.

En los diferentes estudios y publicaciones sobre la ZEOLITA, se habla sobre la capacidad de hidratación y deshidratación y su estructura molecular, siendo estos los principales motivos por los que este mineral posea la facultad de eliminar contaminantes y metales pesados de la atmosfera, tierra y agua.

1.3. Formulación del problema

¿Cómo influye en la remoción de coliformes fecales la presencia de zeolita en el lecho de un humedal artificial de flujo subsuperficial?

1.4. Sistematización del problema

¿Cuál es la diferencia en la cantidad de coliformes fecales presentes después de un proceso tradicional a un proceso con presencia de zeolita?

¿Cuáles son las características que se aprecian de las aguas después del tratamiento con presencia de zeolitas?

¿Cuál sería el beneficio en las plantas de tratamiento que utilicen métodos físicos tradicionales al incluir la zeolita en sus procesos?

1.5. Objetivo general

Evaluar la remoción de coliformes fecales en el agua residual domestica usando un humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita.

1.6. Objetivos específicos

Valorar la cantidad de coliformes fecales por mililitro después del tratamiento de un humedal artificial con lecho de zeolita.

Calificar las principales características de las aguas residuales domesticas al haber sido tratadas con un humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita

Comparar la eficacia en la remoción de coliformes fecales en un humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita y con método tradicional.

1.7. Justificación de la investigación

Al utilizar la zeolita en un proceso de tratamiento de aguas residuales como es en el lecho de un humedal de flujo subsuperficial se está generando una alternativa que dinamice la remoción de coliformes fecales y la descontaminación antes de verter el agua a su deposición final. Esto con la finalidad de encontrar alternativas que ayuden en la manera que se tratan las aguas.

Las evaluaciones y comprobaciones que se realicen durante este estudio, ayudarán como preámbulo para la inclusión de nuevos procesos en los tratamientos de aguas residuales, los mismos que serán más eficaces ante el incremento de caudales por aumento de población.

Los costos de los procesos de tratamiento de aguas residuales no serán tan elevados en la búsqueda de reducir el tiempo de descontaminación. Los principales beneficiarios

serán las personas que se ven afectadas por malos olores y/o enfermedades que acarrearán las descargas desregularizadas, así como los ecosistemas que también se ven afectados por estos contaminantes.

1.8. Delimitación o alcance de la investigación

Campo:	Educación superior. Pregrado.
Área:	Ingeniería Civil.
Aspecto:	Investigación experimental.
Tema:	Evaluación de la remoción de coliformes fecales usando un humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita.
Delimitación espacial:	Guayaquil-Ecuador.
Delimitación temporal:	6 Meses.

1.9. Hipótesis

Es posible la implementación de minerales de origen volcánico, para la remoción de coliformes fecales usando un humedal de flujo subsuperficial con lecho de zeolita, para la descontaminación en los procesos de tratamiento de aguas residuales.

1.9.1. Variable independiente

Valoración en la remoción de coliformes fecales usando un humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita.

1.9.2. Variable dependiente

Estimación de la relación costo-tiempo para la descontaminación de aguas residuales usando mineral zeolita versus proceso físico tradicional.

1.10. Línea de Investigación

Territorio, medio ambiente, y materiales innovadores para la construcción.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes.

Los coliformes por razones prácticas se mantienen agrupadas bajo la denominación de grupo coliformes, en cuatro especies principales y otras especies de entero bacterias que poseen ciertas características específicas. Los organismos coliformes son el grupo indicador con mayor tradición en la microbiología sanitaria. Su hábitat natural es el contenido intestinal del hombre y animales superiores. Los alimentos no son la excepción y el hallazgo de coliformes puede estar determinado por una contaminación seguida o no de un activo desarrollo.

Los coliformes pueden encontrarse en los suelos y los vegetales, se encuentran en todas partes de las plantas con excepción del *E. Coli* que es el único que indica contaminación fecal. El *E. Coli* es el indicador más confiable de contaminación fecal en alimentos. Por ello la presencia de este microorganismo en un alimento indica generalmente una contaminación directa o indirecta de origen fecal. (EcuRed, 2015)

El propósito principal del tratamiento del agua residual es remover el material contaminante, orgánico e inorgánico, el cual puede estar en forma de partículas en suspensión y/o disueltas, con objeto de alcanzar una calidad de agua requerida por la normativa de descarga o por el tipo de reutilización a la que se destinará. El objetivo de depurar un agua residual se logra mediante la integración de operaciones (físicas) y procesos (químicos y biológicos) unitarios, que serán seleccionados en función de las características del agua residual a tratar y de la calidad deseada del agua tratada. (Güereca Hernández , Morgan Sagastume, & Noyola Robles , 2013)

Los sistemas naturales de tratamiento (SN) están surgiendo como alternativas de bajo costo, fáciles de operar y eficaces en comparación con los sistemas de tratamiento convencional para una amplia gama de aguas residuales. Un humedal artificial (Wetteland) es un sistema complejo de medio saturado, diseñado y Construido por el hombre, con vegetación sumergida y emergente y vida animal acuática que simula un humedal natural para el uso y beneficio humano. (Peña Varón, Van Ginneken, & Madera P., 2003)

La zeolita es un aluminosilicatos hidratado crista-lino (arcilla) con estructuras tridimensionales, caracterizados por la habilidad de retener y liberar agua e intercambiar

iones sin modificar su estructura atómica, Posee una estructura Tridimensional rígida (similar a un panal de abejas) conformado por una red de túneles Interconectados creando una amplia área superficial para realizar el intercambio catiónico y la adsorción de humedad. Existen muchos tipos de zeolita, en cada una de ellas varían sus propiedades físicas y químicas originando diferentes densidades, selectividad catiónica y tamaño de los poros. Estas características redundan en que no todos los objetivos de los tratamientos pretendidos con zeolitas resultan adecuados si no se conoce el tipo de material a utilizar para cada actividad en particular. (Chita Toro, Londoña Benítez, & Álvarez Herrera, 2006)

2.2. Marco conceptual.

2.2.1. Coliformes

Por razones prácticas se mantienen agrupadas bajo la denominación de grupo coliformes, principalmente, a especies de los géneros *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* y otras especies de enterobacterias que sean capaces de fermentar la lactosa con producción de gas. Se definen como bacilos Gram negativos no formadores de esporas, aeróbicos o facultativamente anaeróbicos, que fermentan la lactosa con formación de gas dentro de las 48 horas a 35°C, algunas fermentan la lactosa lentamente.

Los organismos coliformes son el grupo indicador con mayor tradición en la microbiología sanitaria. Se trata de una definición totalmente convencional sin validez taxonómica, que pretende involucrar bacterias de hábitat típicamente intestinal, si bien existen microorganismos que satisfacen la definición y que frecuentemente se localizan en ambientes extra intestinales. Su hábitat natural es el contenido intestinal del hombre y animales superiores.

En la materia fecal alcanzan cifras de 10^6 a 10^9 ufc/g. Debido a su capacidad de sobrevivencia y a su potencial para desarrollarse en la materia orgánica, pueden recuperarse de una diversidad de sustratos extra intestinales. Los alimentos no son la excepción y el hallazgo de coliformes puede estar determinado por una contaminación seguida o no de un activo desarrollo. (EcuRed, 2015)

Con excepción de *E. coli* ninguno de ellos indica necesariamente contaminación fecal ya que pueden encontrarse en el suelo y en los vegetales y de allí tener acceso a los alimentos. Los coliformes se encuentran en todas partes de las plantas (hojas, raíces,

flores). El género *Klebsiella* predomina en muestras obtenidas de medios forestales y de productos frescos de granja. La mayoría de las hortalizas frescas examinadas presentan niveles de coliformes de 10⁶ a 10⁷/g; también se pueden encontrar en las cáscaras de huevos recién puestos y pueden penetrar a través de los poros si la superficie de ella está dañada.

Estos microorganismos pueden encontrarse en la leche fresca por contaminación de los conductos lactóforos por el pienso o el estiércol, pueden estar presentes en las plumas de las aves de corral y en la piel pezuñas y pelos de otros animales. Los mariscos que crecen en zonas contaminadas concentran los microorganismos de tal modo, que se contaminan con niveles más elevados que los que están presentes en el agua.

Ellos pueden indicar en productos procesados falta de higiene en la fabricación, procesamiento inadecuado, contaminación postproceso, etc. Además, un número elevado puede indicar la posible presencia de ciertos patógenos. Los coliformes son bastante resistentes en condiciones naturales y soportan la desecación; en cambio no resisten bien los rigores del frigorífico o de la criopreservación, son inactivados por tratamientos térmicos relativamente moderados, como la pasteurización.

La luz ultravioleta, en las condiciones empleadas en la desinfección del agua, inactiva a los coliformes. Los germicidas como los yodóforos y los compuestos clorados también son letales a las concentraciones usuales en las plantas de alimentos. Se han utilizado muchos métodos para detectar coliformes, siendo la fermentación de la lactosa el primer paso en la identificación de un microorganismo como coliformes. Existe un método que consiste en el uso del Número Más Probable (NMP).

Esta es una técnica laboriosa, lenta y requiere de mayor volumen de material de laboratorio, pero es mucho más sensible es muy utilizada en el estudio de agua potable y de alimentos, tales como mariscos y pescados. Es además muy apropiada para detectar células fisiológicamente dañadas que frecuentemente están en los alimentos procesados. La mayoría de las investigaciones realizadas en alimentos sobre coliformes son practicadas utilizando el método de placa vertida en agar bilis rojo-violeta.

Este método es más rápido, económico y reproducible que el NMP; pero no permite la recuperación directa de bacterias dañadas fisiológicamente, ni la detección de concentraciones bajas del producto. Otro método empleado para la determinación de

coliformes es el de filtración por membrana, fundamentalmente empleada en análisis de aguas. (EcuRed, 2015)

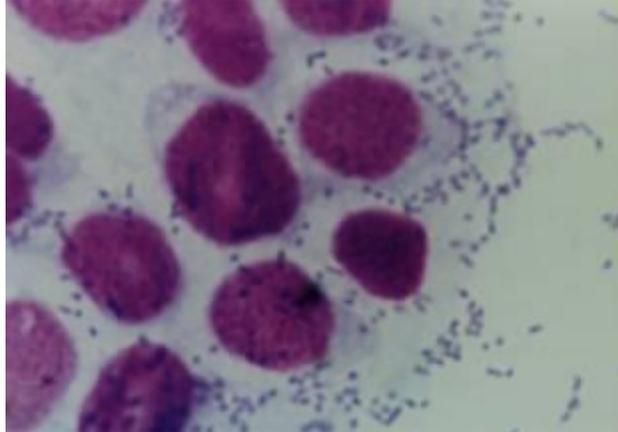


Figura 1 Bacteria Coliforme
Fuente: (scoop.it, 2019)

2.2.1.1. Coliformes Fecales (termo tolerantes)

En 1904 *Eijkman* descubrió que los coliformes presuntivos de contaminación fecal producen gas en un medio de glucosa incubado a 46° C, mientras que los no fecales no lo hacen. El término surgió como un intento de encontrar métodos rápidos y fiables para demostrar la presencia de *E. coli* y variantes estrechamente relacionadas sin necesidad de purificar los cultivos obtenidos en las pruebas para coliformes o de aplicar las relativamente costosas pruebas confirmatorias.

Este grupo se refiere a aquellos coliformes que tienen capacidad para fermentar la lactosa con producción de gas a temperaturas de 44 - 45 °C. Excepto este señalamiento, los coliformes fecales se identifican con el resto de los coliformes en lo que se refiere a su resistencia al medio ambiente, agentes químicos y factores que favorecen o impiden su desarrollo. En los últimos años se considera que el término de coliformes fecales debe sustituirse por el de coliformes termo tolerantes, ya que el calificativo fecal subraya un origen y por tanto implicaciones que están lejos de sustentarse en la realidad.

Para el recuento de este grupo se requiere un control muy riguroso de la temperatura de incubación, generalmente un baño María de precisión con límites de variación no mayores de 0.2 °C. La técnica para su recuento generalmente es el NMP a una temperatura de incubación de 44.5 ± 0.2 ° C. El NMP se computa en las tablas

correspondientes en la forma indicada para los coliformes totales. Los métodos de filtración por membrana también pueden emplearse en este caso. (EcuRed, 2015)

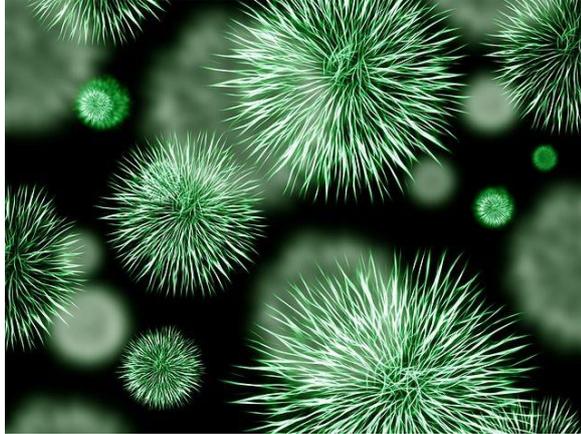


Figura 2 Coliformes Fecales
Fuente: (Alkemi, 2019)

2.2.1.2. Escherichia Coli (*E. coli*)

Es el representante genuino de origen fecal por lo que es el indicador más confiable de contaminación fecal en alimentos. *E. coli* es un germen cuyo hábitat natural es al tracto entérico del hombre y de los animales de sangre caliente. Por ello la presencia de este microorganismo en un alimento indica generalmente una contaminación directa o indirecta de origen fecal. Es el indicador clásico de la posible presencia de patógenos entéricos en el agua, en los moluscos, en los productos lácteos y en otros alimentos.

Cifras altas de *E. coli* en un alimento sugieren una falta de limpieza en el manejo del mismo y un almacenamiento inadecuado. Los métodos de detección son muy parecidos a los que se utilizan en la determinación de coliformes fecales y en ocasiones los mismos (NMP, placa vertida, filtración por membrana), en estos momentos se están utilizando mucho en países desarrollados los métodos cromogénicos y fluorogénicos. Los recobrados de *E. coli* de los métodos convencionales requieren de una confirmación bioquímica de las cepas aisladas. (Camacho, Giles, Ortegón, Serrano, & Velázquez, 2009)

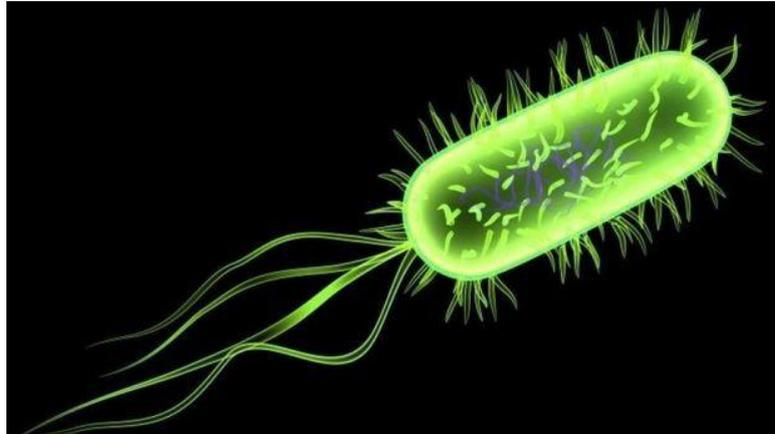


Figura 3 Bacteria E. Coli
Fuente: (scoop.it, 2019)

2.2.1.3. E. Coli Enterotoxigénico

Es reconocida como el agente causal de la diarrea del viajero, la cual se caracteriza por diarreas acuosas con o sin fiebre. Este tipo de infecciones es muy frecuente en países subdesarrollados y afecta principalmente a los niños. Patogénesis: El microorganismo es capaz de producir dos tipos de toxina. Una toxina termolábil de aproximadamente 89 kDa cuya secuencia, antigenicidad y función es similar a la toxina del cólera, la otra toxina que produce es termoestable y es de bajo peso molecular (4 kDa) y es capaz de resistir temperaturas de ebullición hasta por 30 minutos.

La infección puede ser adquirida por el consumo de alimentos tales como vegetales frescos (lechuga en ensaladas) y agua. La dosis infectiva para adultos ha sido calculada en aproximadamente 10⁸ bacterias, por otra parte, en jóvenes y ancianos la dosis infectiva puede ser más baja. (Camacho, Giles, Ortegón, Serrano, & Velázquez, 2009)

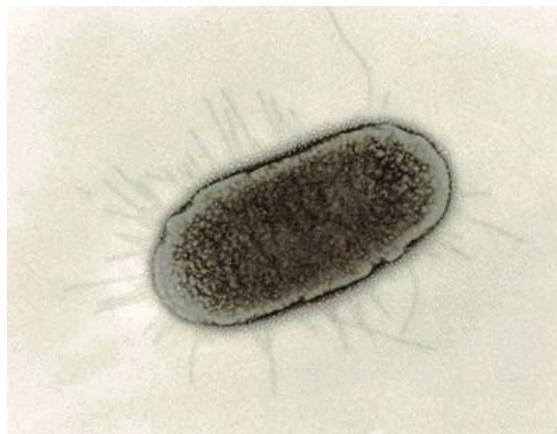


Figura 4 E. Coli Enterotoxigénico
Fuente: (scoop.it, 2019)

2.2.1.4. E. Coli Enteropatógeno

Es causa importante de diarrea en los lactantes particularmente en los países en vías de desarrollo. La ECEP se adhiere a las células de la mucosa del intestino delgado. Sus factores de virulencia favorecen la adhesión y en ocasiones penetra a las células mucosas. La infección por ECEP provoca diarrea acuosa generalmente autolimitada, aunque en ocasiones puede ser crónica.

Patogénesis. El microorganismo produce dos proteínas: la intimina que es codificada por el gen *eae* y un factor de adherencia que es codificado por un plásmido, ambas proteínas permiten su unión a los enterocitos y la destrucción de las microvellosidades intestinales. Las epidemias causadas por este microorganismo se deben al consumo de agua contaminada y productos cárnicos. En estudios con voluntarios se encontró que la dosis infectiva es de 10^6 microorganismos.

La diarrea por ECEP se ha vinculado con múltiples serotipos específicos de E. coli los cuales pueden ser identificados mediante la tipificación del antígeno O (somático) y en ocasiones del antígeno H (flagelar). (Camacho, Giles, Ortegón, Serrano, & Velázquez, 2009)



Figura 5 E. Coli Enteropatógeno
Fuente: (scoop.it, 2019)

2.2.1.5. E. Coli Enterohemorrágico

Produce verotoxina, denominada así por su efecto citotóxico sobre las células Vero, una línea de células renales de mono verde africano. Existen al menos dos variantes antigénicas de la toxina. La ECEH se ha asociado con colitis hemorrágica, una variedad grave de diarrea; y con el síndrome urémico hemolítico, enfermedad capaz de producir

insuficiencia renal aguda, anemia hemolítica microangiopática y trombocitopenia. (Camacho, Giles, Ortegón, Serrano, & Velázquez, 2009)

La verotoxina tiene propiedades similares a la toxina shiga producida por algunas cepas de *Shigella dysenteriae* tipo 1; De los serotipos de *E. coli* que producen la verotoxina el más común y el único que puede identificarse en muestras clínicas es el O157:H7. La *E. coli* O157:H7 no emplea sorbitol y es negativa a la prueba de MUG. La causa más común de esta infección es el consumo de carne sin cocinar o poco cocinada, particularmente carne picada procesada en grandes cantidades. Los casos de colitis hemorrágica y sus complicaciones asociadas pueden prevenirse mediante la cocción completa de la carne. (Camacho, Giles, Ortegón, Serrano, & Velázquez, 2009)

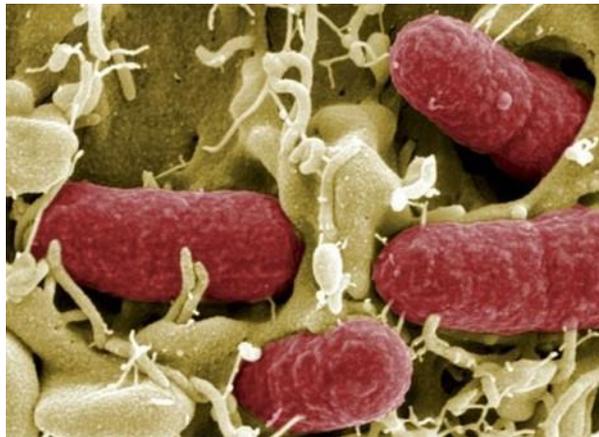


Figura 6 E. Coli Enterohemorrágico

Fuente: (scoop.it, 2019)

2.2.1.6. E. Coli Enteroinvasivo

Este microorganismo se encuentra estrechamente relacionado con el género *Shigella*, produce una enfermedad similar a la shigelosis. La enfermedad se presenta comúnmente en niños de países subdesarrollados y en personas que viajan a dichos lugares. La EIEC provoca la enfermedad (diarrea disentérica invasiva) al invadir las células epiteliales de la mucosa intestinal. A pesar de que la dosis infectiva para *Shigella* es de 10 a 100 microorganismos, en el caso de EIEC la dosis infectiva es de aproximadamente 10⁶ bacterias.

Algunas características importantes de este microorganismo que permiten diferenciarlo de la cepa típica de *E. coli* son: No utiliza la lactosa como fuente de carbono, no descarboxilan la lisina, es inmóvil y anaerogénicas. La patogenicidad de este organismo se debe a su capacidad para invadir y destruir el epitelio del colon debido a que es capaz de

evadir la lisis en las fagolisosomas. (Camacho, Giles, Ortegón, Serrano, & Velázquez, 2009)

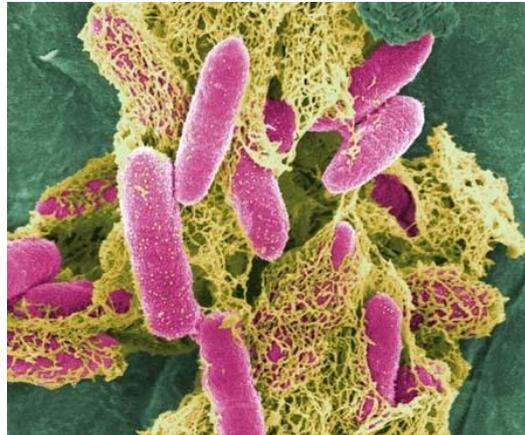


Figura 7 E. Coli Enteroinvasivo
Fuente: (scoop.it, 2019)

2.2.2. Método para detectar coliformes

2.2.2.1. NMP (MPN)

La determinación de microorganismos coliformes totales por el método del Número más Probable (NMP), se fundamenta en la capacidad de este grupo microbiano de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas al incubarlos a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 48 h., utilizando un medio de cultivo que contenga sales biliares. Esta determinación consta de dos fases, la fase presuntiva y la fase confirmativa.

En la fase presuntiva el medio de cultivo que se utiliza es el caldo lauril sulfato de sodio el cual permite la recuperación de los microorganismos dañados que se encuentren presentes en la muestra y que sean capaces de utilizar a la lactosa como fuente de carbono. Durante la fase confirmativa se emplea como medio de cultivo caldo lactosado bilis verde brillante el cual es selectivo y solo permite el desarrollo de aquellos microorganismos capaces de tolerar tanto las sales biliares como el verde brillante.

La determinación del número más probable de microorganismos coliformes fecales se realiza a partir de los tubos positivos de la prueba presuntiva y se fundamenta en la capacidad de las bacterias para fermentar la lactosa y producir gas cuando son incubados a una temperatura de $44.5 \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ por un periodo de 24 a 48 h. finalmente, la búsqueda de *Escherichia coli* se realiza a partir de los tubos positivos de caldo EC, los cuales se siembran por agotamiento en medios selectivos y diferenciales (Agar Mac Conkey, Agar

eosina azul de metileno) y posteriormente realizando las pruebas bioquímicas básicas (IMViC) a las colonias típicas. (Camacho, Giles, Ortegón, Serrano, & Velázquez, 2009)

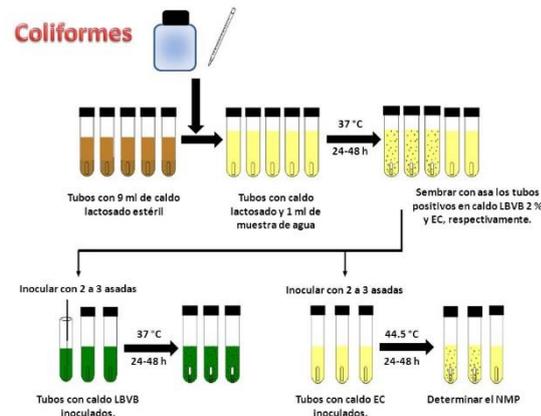


Figura 8 Método NMP
Fuente: (SlidePlayer, 2019)

2.2.2.2. Filtración por membrana

La técnica de filtros de membrana es altamente reproducible y puede ser empleada para probar volúmenes relativamente grandes de muestra, sin embargo, la turbidez causada por la presencia de una cantidad alta de algas u otros materiales, puede interferir con la prueba. En algunas ocasiones, la estimación de cantidades bajas de coliformes se puede deber a la presencia de números altos de bacterias no coliformes o a presencia de sustancias tóxicas. (Sandoval & Carlos, 1991)

Esta técnica no es aplicable al examen de aguas residuales que sólo hayan recibido tratamiento primario, o aguas residuales contaminadas con metales tóxicos o fenoles. El volumen establecido para el análisis de agua potable es de 100 ml, el cual puede ser distribuido en varias membranas. Para otro tipo de pruebas se pueden emplear diferentes volúmenes. Volumen de la muestra para filtrar Como el área de la membrana es relativamente reducida, la misma solo puede soportar el crecimiento de un número limitado de colonias (UFC). (Sandoval & Carlos, 1991)

El número óptimo se estima entre 20 y 80 colonias, con un máximo de 200. Si este número es sobrepasado, puede suceder que haya colonias muy pequeñas o superpuestas; que haya inhibición de crecimiento por superpoblación o que haya colonias atípicas. La estimación del volumen de la muestra a filtrar depende del tipo de agua. Como regla general se pueden establecer los siguientes volúmenes de filtración: (Sandoval & Carlos, 1991)

Tabla 1
Filtración por membrana

Tipo de agua	Volumen de muestra a filtrar (ml)
Agua tratada de buena calidad	50-100
Agua no trata de calidad potable	10-50
Agua superficial	1-10

Fuente: (Sandoval & Carlos, 1991)

Cuando no se conozca el origen de la muestra o su probable densidad de bacterias, es necesario proceder a filtrar cantidades que difieran en factores de 10, hasta encontrar el rango apropiado. Si el volumen de agua a ser filtrada es menor de 10 ml, entonces deberán hacerse pasar por el embudo no menos de 20 ml de agua de dilución estéril antes de la filtración.

Los resultados se reportan como coliformes fecales/100 ml. Contar sólo aquellas membranas con colonias dentro de los límites especificados para cada indicador, aplicando la siguiente formula:

Tabla 2
Método para detectar coliformes NMP

$$\text{coliformes fecales/100ml} = \frac{\text{colonias coliformes fecales}}{\text{ml de muestra filtrada}} \times 100$$

Fuente: (Sandoval & Carlos, 1991)

Cuando se analizan aguas de buena calidad (potables) generalmente el número de colonias es menor 20 por membrana. Si éste es el caso, se contarán todas las colonias y se aplicará a la fórmula anterior, para estimar la densidad de organismos. Si aparece crecimiento "confluyente" y las colonias no se distinguen, se reportará como "crecimiento confluyente con o sin coliformes".

Si el número total de colonias bacterianas, típicas y atípicas, excede a 200 por membrana, o si las colonias son indistinguibles para el conteo exacto, reportar los resultados como "demasiado numerosas para contarse". En cualquier caso, deberá tomarse otra muestra y seleccionar otros volúmenes para filtrar. (Sandoval & Carlos, 1991)

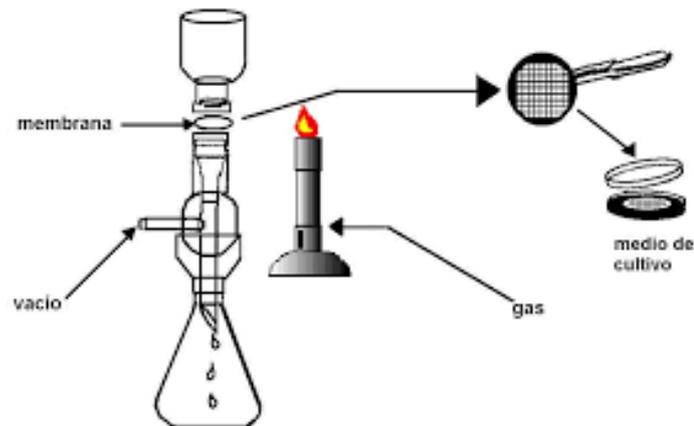


Figura 9 Método Filtración por membrana
Fuente: (UNAM.MX, 2019)

2.2.3. Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, que hayan sufrido degradación en su calidad original. (Texto unificado legislación secundaria, medio ambiente, 2003)

La generación de aguas residuales es una consecuencia inevitable de las actividades Humanas. Estas actividades modifican las características de las aguas de partida, contaminándolas Invalidando su posterior aplicación para otros usos. Así, por ejemplo, la Ley de Aguas de 1985 –y sus posteriores modificaciones– define la contaminación del agua como la acción y el efecto de introducir materias o formas de energía, o introducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica, definición coherente con la mayoría de las que se pueden encontrar en las Legislaciones propias de muchos países del mundo.

Es un hecho que el vertido de aguas residuales sin depurar ocasiona danos, en ocasiones irreversibles, al medio ambiente, afectando tanto a ecosistemas acuáticos como riparios. Por otro lado, el vertido de aguas residuales no tratadas supone riesgos para la salud pública, como podemos comprobar a diario a través de los medios de comunicación. Es por esto por lo que es preciso el tratamiento de estas aguas antes de su vertido. (Centro de las nuevas tecnologías del Agua de Sevilla, 2008)

2.2.3.1. Clasificación de las aguas residuales según su origen

De acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

Domésticas: aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías, etc.). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.

Industriales: son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria. **Infiltración y caudal adicionales:** las aguas de infiltración penetran en el sistema de alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de las tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc.

Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de agua de lluvia. **Pluviales:** son agua de lluvia, que descargan grandes cantidades de agua sobre el suelo. Parte de esta agua es drenada y otro escurre por la superficie, arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo. (EcuRed , 2018)

2.2.4. Tratamiento de aguas residuales

El propósito principal del tratamiento del agua residual es remover el material contaminante, orgánico e inorgánico, el cual puede estar en forma de partículas en suspensión y/o disueltas, con objeto de alcanzar una calidad de agua requerida por la normativa de descarga o por el tipo de reutilización a la que se destinará. El objetivo de depurar un agua residual se logra mediante la integración de operaciones (Físicas) y procesos (químicos y biológicos) unitarios, que serán seleccionados en función de las características del agua residual a tratar y de la calidad deseada del agua tratada.

Dependiendo de ello, es posible generar emisiones gaseosas a la atmósfera e, invariablemente, la producción de material de desecho que puede ser un residuo sólido, como la materia retenida en las rejas o tamices, o semisólido en forma de lodos. En un sistema de tratamiento de aguas residuales, la ley de la conservación de la materia hace que al retirar de alguna forma el material contaminante del agua residual, éste solo se transforme o transfiera. (Güereca Hernández , Morgan Sagastume, & Noyola Robles , 2013)

Por esta simple razón, siempre se producirán residuos, tales como los lodos, en los sistemas de tratamiento de aguas residuales, acompañados por la generación de emisiones gaseosas. Las cantidades y calidad de estos residuos dependerán de las características del agua residual a tratar y evidentemente de la configuración del sistema de tratamiento. Dentro de los sistemas biológicos existen los sistemas aerobios (requieren oxígeno molecular Disuelto) y los anaerobios (funcionan sin oxígeno).

Un rubro aparte merece los sistemas naturales construidos, los cuales aprovechan las transformaciones que se llevan a cabo en el medio natural, Solamente que en estas unidades se busca incrementar su capacidad de tratamiento en unidades de proceso controladas. Tal es el caso de los humedales artificiales o el tratamiento mediante descargas directas a suelo. (Güereca Hernández , Morgan Sagastume, & Noyola Robles , 2013)

2.2.5. Humedales artificiales

Los sistemas de humedales artificiales son tratamientos biológicos con gran potencial por su facilidad de operación y por representar técnica y económicamente una opción viable para ser utilizados. Estos sistemas artificiales consisten en un diseño de áreas con sustrato saturado por aguas superficiales o subterráneas y con plantas emergentes, con una distribución y duración suficientes para mantener condiciones saturadas. El agua residual pasa a través del humedal y es depurada por los microorganismos existentes. Sin embargo, el agua resultante no es potable, pero puede utilizarse para riego agrícola y forestal, limpiar maquinaria, vehículos y equipo industrial o bien para uso sanitario (Lara y Day, n/d). (Galindo, 2013)



Figura 10 Humedales artificiales
Fuente: (Campus.UNA, 2019)

2.2.6. Tipos de humedales

Existen 2 criterios de humedales artificiales:

- Según el material vegetativo
- Según el flujo de agua

2.2.6.1. Según el material vegetativo

Según las características del material vegetal predominante se clasifican:

-Humedales construidos, basados en macrófitas de hojas flotantes. Ej.: *Nymphaea alba*, *Potamogeton gramineus*. (Galindo, 2013)

-Humedales construidos, con macrófitas sumergidas. Ej.: *Littorella uniflora*, *Potamogeton crispus*.

-Humedales construidos, con macrófitas emergentes. Ej.: *Thypha latifolia*, *Phragmites australis*, *Vetiveria zizanioides*. (Galindo, 2013)

2.2.6.2. Según el flujo de agua

- Sistemas de flujo libre/Humedales de flujo superficial (HFS).
- Sistemas con flujo horizontal subsuperficial (HFSS).
- Sistemas con flujo vertical (HFV).
- Sistemas híbridos (SH). (Galindo, 2013)

2.2.7. Sistema con flujo horizontal subsuperficial (HFSS)

El agua se distribuye en un extremo del lecho, se infiltra, trasiega en sentido horizontal a través de un medio granular de relleno y entre las raíces de las plantas. Al final y en el fondo del lecho, el agua tratada se recoge y se evacua por medio de tuberías y/o vertederos. La profundidad de estos humedales descritos no suele exceder los 0.6 m. y para facilitar el trasiego del agua deben ser construidos con una leve pendiente en el fondo, pero manteniendo en lo posible las condiciones hidráulicas de flujo laminar. Los lechos deben ser aislados del suelo subyacente para evitar la contaminación de suelos y de las aguas subterráneas. (Galindo, 2013)

Se considera que las reacciones biológicas se deben a la actividad de los microorganismos adheridos a las superficies disponibles en el lecho y las raíces sumergidas, ya que estas últimas proporcionan también un sustrato para los procesos microbiológicos y dado que la mayoría de las macrófitas emergentes pueden transmitir oxígeno de las hojas a las raíces, se presentan micro zonas aeróbicas en la superficie de las raíces y los rizomas. El resto del medio sumergido de este tipo de humedal tiende a carecer de oxígeno lo que en general limita la remoción biológica de amoníaco por nitrificación, pero aun así el sistema es efectivo en la remoción de DBO, SST, metales y algunos contaminantes orgánicos prioritarios, dado que su tratamiento puede ocurrir bajo condiciones aeróbicas y anóxicas (EPA, 2000). (Galindo, 2013)

Las principales ventajas de mantener un nivel subsuperficial del agua son la prevención de mosquitos y olores y la eliminación del riesgo de que el público entre en contacto con el agua residual parcialmente tratada (EPA, 2000). (Galindo, 2013)

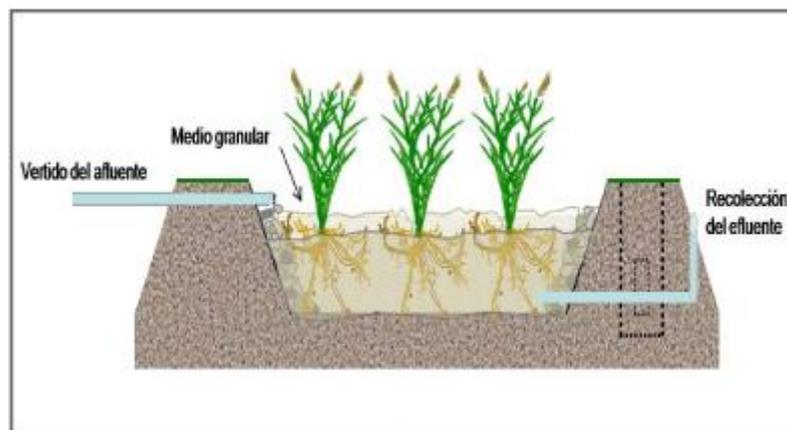


Figura 11 Humedal de flujo subsuperficial
Fuente: (bidatek, 2019)

2.2.8. Componentes del humedal

Agua

Lo más probable es que se formen humedales en donde exista acumulación de agua directamente sobre el terreno y en donde exista una capa del subsuelo que sea relativamente impermeable para evitar la filtración. La hidrología es uno de los factores más importantes en un humedal ya que reúne todas las funciones del humedal y porque es a menudo el factor primario en el éxito o fracaso del mismo.

La hidrología de un humedal construido no es muy diferente que la de otras aguas superficiales, sin embargo, difiere en aspectos relevantes como, por ejemplo, pequeños

cambios en esta característica pueden tener importancia en la efectividad del tratamiento, debido al área superficial del agua y su poca profundidad, el sistema actúa recíproca y fuertemente con la atmósfera a través de la lluvia y la evapotranspiración. (Galindo, 2013)

La densidad de la vegetación en un humedal afecta fuertemente su hidrología, obstruyendo caminos de flujo siendo sinuoso el movimiento del agua a través de la red de tallos, hojas, raíces y rizomas, y luego bloqueando la exposición al viento y el sol. (Galindo, 2013)

Substrato

Los substratos en los humedales construidos incluyen suelo, arena, grava roca y materiales orgánicos como el compost. Sedimentos y restos de vegetación se acumulan en el humedal debido a la baja velocidad del agua y a la alta productividad típica de estos sistemas, el substrato, sedimentos y restos de la vegetación son de importancia por los siguientes motivos:

Soportan a muchos de los organismos vivientes en el humedal. La permeabilidad del substrato afecta el movimiento del agua a través del humedal. El substrato sirve para que muchos contaminantes sean almacenados. Transformaciones químicas y biológicas (microbianas) tienen lugar dentro del substrato. La acumulación de restos de vegetación aumenta la cantidad de materia orgánica en el humedal. La materia orgánica da lugar al intercambio de materia, la fijación de microorganismos y es una fuente de carbono.

Las características físicas y químicas del suelo y otros substratos se alteran cuando se inundan. En un substrato saturado, el agua reemplaza los gases atmosféricos en los poros y el metabolismo microbiano consume el oxígeno disponible y aunque se presenta dilución de oxígeno atmosférico, puede darse lugar a condiciones anóxicas, lo cual será importante para la remoción de contaminantes como el nitrógeno y metales. (Galindo, 2013)

Vegetación

El principal beneficio de las plantas es la transferencia de oxígeno a la zona de la raíz. Su presencia física en el sistema (tallos, raíces y rizomas) permite la penetración a la tierra o medio de apoyo y transporta el oxígeno de manera más profunda, de lo que llegaría naturalmente a través de la sola difusión. Las plantas emergentes contribuyen al tratamiento del agua residual y escurrentía de varias maneras:

- Estabilizan el substrato y limitan la canalización del flujo.

- Dan lugar a velocidades de aguas bajas y permiten que los materiales suspendidos se depositen.
 - Toman el carbono, nutrientes y elementos traza, y los incorporan a los tejidos de la planta.
 - -Transfieren gases entre la atmósfera y los sedimentos.
 - -El escape de oxígeno desde las estructuras subsuperficiales de las plantas, oxigena otros espacios dentro del sustrato.
 - -El tallo y los sistemas de la raíz dan lugar a sitios para la fijación de microorganismos.
 - -Cuando se mueren y se deterioran dan lugar a restos de vegetación.
- (Galindo, 2013)

Microorganismo

Una de las principales características de los humedales es que sus funciones son principalmente reguladas por los microorganismos y su metabolismo. Los microorganismos incluyen bacterias, levaduras, hongos y protozoarios. La biomasa microbiana consume gran parte del carbono orgánico y muchos nutrientes. La actividad microbiana transforma un gran número de sustancias orgánicas e inorgánicas en sustancias inocuas e insolubles, altera las condiciones de potencial redox del sustrato y así afecta la capacidad del proceso del humedal, además esta actividad está involucrada en el reciclaje de nutrientes.

Algunas transformaciones microbianas requieren oxígeno libre y otras no. Sin embargo, muchas especies funcionan en ambos casos (facultativas). (Galindo, 2013)

Animales

Los humedales construidos proveen un hábitat para una rica diversidad de invertebrados y vertebrados. Los invertebrados como insectos y gusanos, contribuyen al proceso de tratamiento fragmentado del detritus al consumir materia orgánica. Las larvas de muchos insectos son acuáticas y consumen cantidades significativas de materia durante sus fases larvales. Aunque los invertebrados son los animales más importantes en cuanto a la mejora de la calidad del agua, los humedales construidos también atraen una variedad de

anfibios, tortugas y mamíferos. Los humedales construidos atraen también variedad de pájaros e incluso patos silvestres. (Galindo, 2013)

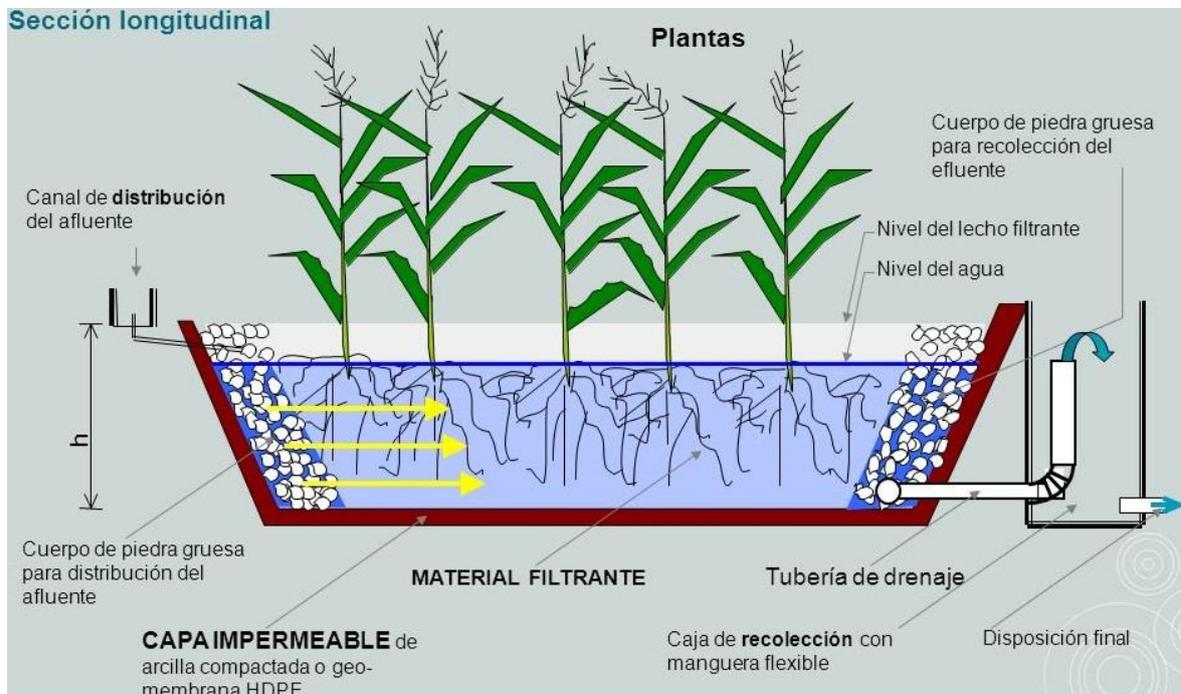


Figura 12 Componentes del humedal

Fuente: (SlidePlayer, 2019)

2.2.9 Vegetación en humedales (macrófitas)

Las macrófitas son el principal componente biológico de estos ecosistemas ya que no sólo asimilan los contaminantes directamente en sus tejidos, sino que además actúan como un catalizador para las reacciones de purificación, aumentando la diversidad del ambiente en la zona de las raíces y promoviendo una variedad de reacciones químicas y bioquímicas que mejoran la purificación (Jenssen et al., 1993). (Hadad , 2007)

La base del tratamiento de aguas residuales con humedales construidos es el crecimiento cooperativo de plantas y microorganismos asociados con dichas plantas. Se ha llegado a pensar que la mayor parte de la responsabilidad de la biodegradación la llevan los microorganismos que viven sobre y alrededor de las raíces. Una vez que esos microorganismos se establecen en las raíces generan una relación simbiótica con las macrófitas. Esta relación presenta un efecto sinérgico que redundará en un aumento de la velocidad de degradación y remoción de sustancias orgánicas en la zona radicular. (Hadad , 2007)

2.2.10. Junco de río (*scipoides holoschoenus*)

Planta perenne rizo matosa, con tallos simples, duros, de 30 - 150 cm, lisos, con hojas sólo en las vainas superiores, que aun así son cortas y semicilíndricas; cuando son maduras las vainas quedan reducidas a un retículo fibroso. Las flores aparecen en 1 - 10 inflorescencias aparentemente laterales, compactas y globosas, a modo de cabezuelas de hasta 12 mm de diámetro, protegidas por 1 o 2 brácteas semicilíndricas, la inferior de las cuales parece una prolongación del tallo y excede la longitud de la inflorescencia; al menos una de ellas es sésil.

En estas cabezuelas las flores aparecen en espiguillas de 2.5 - 4 mm, ovoides y obtusas; la gluma, de 1.5 - 3 mm, es obovada, truncada, mucronada, blanquecina o pardusca, con el nervio medio verdoso, ciliada en el margen y la quilla; se disponen espiraladamente. Las flores son hermafroditas, con 3 estambres y 2 - 3 estigmas. El fruto es una nuez de 0.6 - 1.3 mm, obovoide, brillante, pardo blanquecino y trígono. (Asturnatura, 2019)



Figura 13 Junco de río
Fuente: (entomelloso, 2019)

2.2.11. Hábitat y ecología

Crece en lugares que tienen un alto nivel freático superficial, como fuentes, veredas y cunetas húmedas. Es una planta desarrollada sobre suelos húmedos e incluso encharcados en invierno –primavera y generalmente desecados en verano, al menos en su horizonte superior. Crece a plena luz, aunque soporta sombra soporta grandes variaciones de temperatura suelos débilmente ácidos y pobre en nitrógeno. (Asturnatura, 2019)

2.2.12. Zeolita

Las zeolitas se comportan como una serie de materiales microporosos hidratados, que contienen cationes cambiables de los grupos de los elementos 1A y 2A (Na^+ , K^+ , Mg^{+2} y Ca^{2+}) y sus estructuras internas permiten que actúen como tamices moleculares que puedan retener y liberar selectivamente las moléculas por adsorción según su tamaño y forma. (Poole C, Prijatama H., 2001). Vezzalini G. (1997) ha valorado esta definición de zeolita frente a la más reciente propuesta por la International Zeolitic Association (IZA): Una zeolita está caracterizada por una estructura de tetraedros enlazados que contiene cavidades en forma de canales y cajas que comúnmente están ocupadas por moléculas de agua y cationes.

En las fases hidratadas ocurre la deshidratación a temperaturas moderadas (fundamentalmente por debajo de 400°C) y ésta es altamente reversible en la Fig. 14, se explica la estructura básica de una zeolita, donde se observan a los átomos de silicio rodeados por 4 átomos de oxígeno; el Al está reemplazando al Si, creando una deficiencia de cargas positivas o un aumento de cargas negativas que están siendo compensadas por los cationes de intercambio Ca^* , Mg^* , K^* , y Na^* , para mantener el equilibrio de la red de la zeolita. También se observa en el interior de la red el agua zeolítica.

Los cationes intercambiables pueden desprenderse fácilmente e intercambiarse con cationes selectivos de su entorno. (Morante Carballo, 2004)

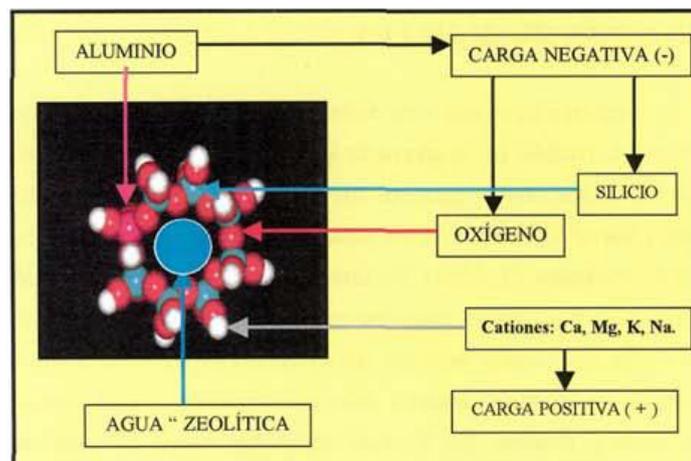


Figura 14 Composición zeolita
Fuente: (relaq, 2019)

2.2.13. Reseña histórica de la zeolita

Las zeolitas son una familia de alrededor de 40 minerales cristalinos. Químicamente son aluminio silicatos hidratados y estructuralmente pertenecen al grupo de los tectosilicatos. Han sido estudiadas por los mineralogistas por más de 200 años. La historia de las zeolitas comenzó con el descubrimiento de la estilbita en 1756 por el mineralogista sueco Cronstedt. (Carr, D.D. and Herz, N., 1989). (Morante Carballo , 2004)

En la segunda década del siglo XX, los investigadores descubrieron que las zeolitas poseen características de adsorción selectiva y por primera vez fue utilizado el término "tamices moleculares". A finales de los años 40, llegó a ser evidente que estos minerales tienen un potencial comercial significativo, pero en aquella época las fuentes de material natural eran limitadas, así que los investigadores desviaron su atención a la producción de zeolitas sintéticas.

La primera producción comercial de una zeolita sintética (el tipo A) se inició en los años 50 por la Union Carbide Corporation y esto retrasó algo la explotación de nuevos depósitos naturales descubiertos en Japón y los E.E.U.U. (Mumpton, F.A. and Sand, L.B., 1978). No fue sino hasta finales de 1950 cuando se conocieron los depósitos potencialmente comerciales de zeolitas en rocas sedimentarias, además de sus atractivas propiedades físicas y químicas. Desde entonces, se han citado más de 2000 descubrimientos de estos materiales en más de 40 países y se explotan zeolitas en más de una docena de ellos. (Morante Carballo , 2004)

Las zeolitas se encuentran en una variedad de yacimientos sedimentarios en todo el mundo, y son comunes en rocas que se han generado total o parcialmente por transformación de materiales volcánicos. Así, las zeolitas deben ser y son de hecho abundantes en zonas de la Tierra donde la actividad volcánica ha sido predominante en el pasado geológico reciente. Clinoptilolita es probablemente la más abundante zeolita en la naturaleza. (Sheppard, R.A., 1984). (Morante Carballo , 2004)

Durante muchos años las zeolitas han sido consideradas como curiosidades mineralógicas, al encontrarse comúnmente como rellenos de cavidades en lavas basálticas, y no presentar la suficiente cantidad o pureza para ser comercialmente útiles. Sin embargo, desde 1950, las zeolitas se han encontrado constituyendo más del 90% de muchas rocas sedimentarias bandeadas de origen volcánico en todo el mundo.

Ahora se reconocen como minerales relativamente abundantes en estos ambientes geológicos, y presentan características físicas y químicas que las hacen valiosas en muchas áreas de la tecnología industrial y agrícola. A pesar de su variedad, sólo ocho zeolitas naturales son lo suficientemente abundantes en yacimientos sedimentarios para ser de interés como materia prima industrial; éstas son: analcima, chabazita, clinoptilolita, erionita, heulandita, laumontita, mordenita y phillipsita. (Hawkins D.B., 1969).

Según Mumpton (1978) los principales hitos en la historia de las zeolitas son:

- 1857 Damour demostró la capacidad de hidratación de estos minerales.
- 1858 Eichhorne evidenció la capacidad de intercambiar sus componentes catiónicos.

Según Mumpton (1978) los principales hitos en la historia de las zeolitas son:

- 1857 Damour demostró la capacidad de hidratación de estos minerales.
- 1858 Eichhorne evidenció la capacidad de intercambiar sus componentes catiónicos.
- 1925 Weigel y Steinhof separaron moléculas de gases por adsorción y diferencia de tamaño.
- 1929 Samashina presentó sus trabajos en adsorción.
- 1932 McBain acuñó el término tamiz molecular.
- 1938 Barrer dio a conocer quizás el trabajo más importante sobre adsorción y tamizado molecular.
- 1940 Breck y Milton comienzan sus trabajos en la División Linde de la Union Carbide Corporation en el programa de síntesis de zeolitas.
- 1954 Coombs cita laumontita en rocas sedimentarias en Nueva Zelanda.
- 1958 Ames et al. encuentran clinoptilolita de alta pureza en Héctor, California.
- 1959 Milton patenta la zeolita sintética tipo A.
- 1968 Milton, Breck y Flanigen sintetizan chabazita, mordenita y faujasita, X y Y, y producen diversas zeolitas sintéticas sin símiles en la naturaleza. (Morante Carballo , 2004)

2.2.14. Características de la zeolita

Las zeolitas se caracterizan a menudo por las siguientes propiedades, según Breck, D.W., (1974):

- Alto grado de hidratación
- Baja densidad y gran volumen de vacíos cuando están deshidratadas
- Estabilidad de la estructura cristalina cuando están deshidratadas
- Características de intercambio iónico
- Canales de tamaño molecular uniformes en los cristales deshidratados
- Conductividad eléctrica
- Adsorción de gases y vapores
- Características catalíticas. (Morante Carballo , 2004)

2.2.15. Principales aplicaciones de la zeolita

Según Mumpton (1978), las principales aplicaciones de zeolitas son:

- Control ambiental: gestión de desechos radiactivos; tratamiento de efluentes de aguas residuales; tratamiento de aguas residuales agrícolas; limpieza total de gases emanados de chimeneas; producción de oxígeno.
- Conservación de energía: Gasificación de carbón; purificación de gas natural; usos en energía solar; producción de petróleo.
- Agricultura: Fertilización y remediación de suelos; adsorción de pesticidas, fungicidas y herbicidas; adsorción de metales pesados de los suelos; nutrición animal; tratamiento de excremento animal.
- Minería y metalurgia: Adsorción de metales pesados de efluentes; adsorción de metales en procesos metalúrgicos
- Aplicaciones varias: En la industria del papel; construcción; aplicaciones médicas; detergentes; control de malos olores, camas de animales, etc. (Morante Carballo , 2004)

2.2.16. Clinoptilolita (zeolita que se usara en la investigación)

Es el mineral que se encuentra de forma mayoritaria en las rocas zeolíticas. La Clinoptilolita es una zeolita rica en silicio.

Propiedades:

- Resistente a altas temperaturas, medios corrosivos y a irradiación ionizante
- Selectividad a cationes grandes de álcalis, tierra alcalina y algunos metales pesados.

- Capacidad absorbente y el efecto de cribado por acción molecular, tanto en la industria como en la agricultura.

Ventajas:

- Mejora la estructura del suelo.
- Aumenta la eficiencia en el uso de fertilizantes.
- Regulador de pH del suelo.
- Disminuye el lavado de nutrientes.
- Aumenta el drenaje de suelos de napa alta.
- Regula el régimen hídrico del suelo.
- Mejora la ventilación de suelos.
- Evita la anoxia radicular.
- Aumenta la calidad de las cosechas.
- Disminuyen incidencias de enfermedades como *Phitium* y *Fusarium*.
- Gran función de almacenamiento de nutrientes.
- Disminuyen requerimientos hídricos.
- Retención de Aluminio extractable de hasta un 30%. (EcuRed, Clinoptilolita, 2013)

2.3. Marco legal.

2.3.1. Ley de la Constitución del Ecuador.

Agua y alimentación

Art. 12.- El derecho humano al agua es fundamental e irrenunciable. El Agua constituye patrimonio nacional estratégico de uso público, inalienable, imprescriptible, inembargable y esencial para la vida.

Art. 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley:

4. Prestar los servicios públicos de agua potable, alcantarillado, depuración de aguas residuales, manejo de desechos sólidos, actividades de saneamiento ambiental y aquellos que establezca la ley.

10. Delimitar, regular, autorizar y controlar el uso de las playas de mar, riberas y lechos de ríos, lagos y lagunas, sin perjuicio de las limitaciones que establezca la ley.

Art. 318.- El agua es patrimonio nacional estratégico de uso público, dominio inalienable e imprescriptible del Estado, y constituye un elemento vital para la naturaleza y para la existencia de los seres humanos. Se prohíbe toda forma de privatización del agua. La gestión del agua será exclusivamente pública o comunitaria.

Art. 411.- El Estado garantizará la conservación, recuperación y manejo integral de los recursos hídricos... ..Se regulará toda actividad que pueda afectar la calidad y cantidad de agua, y el equilibrio de los ecosistemas, en especial en las fuentes y zonas de recarga de agua. La sustentabilidad de los ecosistemas y el consumo humano serán prioritarios en el uso y aprovechamiento del agua...

2.3.2 Texto unificado de legislación secundaria de medio ambiente.

Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua.

Libro vi anexo 1

5.2.4 Normas generales para descarga de efluentes a cuerpos de agua dulce.

5.2.4.1 Dentro del límite de actuación, los municipios tendrán la facultad de definir las cargas máximas permisibles a los cuerpos receptores de los sujetos de control, como resultado del balance de masas para cumplir con los criterios de calidad para defensa de los usos asignados en condiciones de caudal crítico y cargas contaminantes futuras. Estas cargas máximas serán aprobadas y validadas por la Autoridad Ambiental Nacional y estarán consignadas en los permisos de descarga.

Si el sujeto de control es un municipio, este podrá proponer las cargas máximas permisibles para sus descargas, las cuales deben estar justificadas técnicamente; y serán revisadas y aprobadas por la Autoridad Ambiental Nacional.

5.2.4.2 La determinación de la carga máxima permisible para una descarga determinada se efectúa mediante la siguiente relación desarrollada a través de un balance de masa, en el punto de descarga, en cualquier sistema consistente de unidades:

$$Q_e \cdot C_e = (Q_e + Q_r) C_c - Q_r C_r \text{ En donde:}$$

C_e = concentración media diaria (del contaminante) máxima permitida en la descarga (o efluente tratado), para mantener el objetivo de calidad en el tramo aguas abajo de la descarga, en condiciones futuras.

C_c = concentración media diaria igual al criterio de calidad para el uso asignado en el tramo aguas abajo de la descarga.

C_r = concentración del contaminante en el tramo aguas arriba de la descarga, cuyo valor debe ser menor que la concentración que el criterio de calidad C_c .

Q_r = caudal crítico de cuerpo receptor, generalmente correspondiente a un período de recurrencia de 10 años y siete días consecutivos o caudal con una garantía del 85%, antes de la descarga o caudal ambiental.

Q_e = Caudal de la descarga en condiciones futuras (generalmente se considera de 25 años, período que es el utilizado en el diseño de las obras de descontaminación).

5.2.4.3 Ante la inaplicabilidad para un caso específico de algún parámetro establecido en la presente norma o ante la ausencia de un parámetro relevante para la descarga bajo estudio, la Autoridad Ambiental Nacional deberá establecer los criterios de calidad en el cuerpo receptor para los caudales mínimos y cargas contaminantes futuras. La carga máxima permisible que deberá cumplir el sujeto de control será determinada mediante balance de masa del parámetro en consideración.

La Entidad Ambiental de Control determinará el método para el muestreo del cuerpo receptor en el área de afectación de la descarga, esto incluye el tiempo y el espacio para la realización de la toma de muestras.

5.2.4.4 Para el caso en el cual el criterio de calidad es la concentración de bacterias, la correspondiente modelación bacteriana es de carácter obligatorio, como parte de un Plan Maestro de Control de la Contaminación del Agua.

5.2.4.5 En los tramos del cuerpo de agua en donde se asignen usos múltiples, las normas para descargas se establecerán considerando los valores más restrictivos de cada uno de los parámetros fijados para cada uno.

5.2.4.6 En condiciones especiales de ausencia de estudios del cuerpo receptor, se utilizarán los valores de la TABLA 9 de limitaciones a las descargas a cuerpos de agua dulce, con el aval de la Autoridad Ambiental Competente. Las concentraciones corresponden a valores medios diarios.

5.2.4.7 Los lixiviados generados en los rellenos sanitarios cumplirán con las normas fijadas considerando el criterio de calidad de acuerdo al uso del cuerpo receptor. Adicionalmente, los límites máximos permisibles para descarga de estos lixiviados a cuerpos de agua, se regirán conforme a la normativa ambiental emitida para el efecto.

Tabla 3
límite de descarga a un cuerpo dulce

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y grasas	Sust. Solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmino	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. Carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml unidades de	2000 Inapreciable en dilución
Color real ¹	Color real	color	1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda bioquímica de oxígeno (5 días)	DBO ₅	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fosforo total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos totales de petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Material Flotante	Visibles	mg/l	Ausencia
Mercurio Total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30
Nitrógeno total Kjeldahl	N	mg/l	50
Compuestos organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1

Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrogeno	pH	mg/l	6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Solidos suspendidos totales	SST	mg/l	130
Solidos totales	ST	mg/l	1600
Sulfatos	SO ₄ ⁻²	mg/l	1000
Sulfuros	S ⁻²	mg/l	0,5
Temperatura	°C	mg/l	condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

Fuente: (Texto unificado legislacion secundaria, medio ambiente, 2003)

2.3.3 Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental.

Art. 42.- Objetivos Específicos:

a) Determinar, a nivel nacional, los límites permisibles para las descargas en cuerpos de aguas o sistemas de alcantarillado; emisiones al aire incluyendo ruido, vibraciones y otras formas de energía; vertidos, aplicación o disposición de líquidos, sólidos o combinación, en el suelo.

b) Establecer los criterios de calidad de un recurso y criterios u objetivos de remediación para un recurso afectado

Del Muestreo y Métodos de Análisis

Art. 72.- Muestreo. - En la toma de muestras se observarán además de las disposiciones establecidas en el plan de manejo ambiental del regulado (programa de monitoreo) las disposiciones sobre:

a) Tipo y frecuencia de muestreo;

b) Procedimientos o Métodos de muestreo;

c) Tipos de envases y procedimientos de preservación para la muestra de acuerdo a los parámetros a analizar ex situ, que deberán hacerse en base a las normas técnicas ecuatorianas o en su defecto a normas o estándares aceptados en el ámbito internacional, debiendo existir un protocolo de custodia de las muestras.

Art. 73.- Control de calidad. - Los procedimientos... ..descargas y vertidos, control de los procesos de tratamiento, monitoreo y vigilancia... ..serán los indicados en

las respectivas normas técnicas ecuatorianas o en su defecto estándares aceptados en el ámbito internacional. Los análisis se realizarán en laboratorios acreditados...

Art. 74.- Muestras y Parámetros In Situ. - Para la toma de muestras y la determinación de parámetros in situ de las descargas, emisiones y vertidos, el regulado deberá disponer de sitios adecuados para muestreo y aforo de los mismos y proporcionará todas las facilidades y datos de utilización de materia prima, productos químicos y producción, para que el personal técnico encargado del control, pueda efectuar su trabajo conforme a lo establecido en las normas técnicas ambientales. En toda caracterización de descargas, emisiones o vertidos deberá constar las respectivas condiciones de operación bajo las cuales fueron tomadas las muestras.

De las Regulaciones

Art. 84.- Responsabilidad por Descargas, Emisiones y Vertidos. - Las organizaciones que recolecten o transporten desechos peligrosos o especiales, brinden tratamiento a las emisiones, descargas, vertidos o realicen la disposición final de desechos provenientes de terceros, deberán cumplir con el presente Libro VI De la Calidad Ambiental y sus normas técnicas... ..La responsabilidad es solidaria e irrenunciable.

De las Regulaciones

Art. 92.- Permiso de Descargas y Emisiones. - ...es el instrumento administrativo que faculta a la actividad del regulado a realizar sus descargas al ambiente, siempre que éstas se encuentren dentro de los parámetros establecidos en las normas técnicas ambientales nacionales o las que se dictaren en el cantón y provincia en el que se encuentran esas actividades...

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Metodología

En el presente trabajo se utilizará de manera continua métodos y técnicas de observación, exploración y experimentación. Ya que se busca describir comprender e interpretar los eventos acontecidos durante la investigación.

3.1.1. Método científico

La investigación es muy útil para distintos fines: para crear nuevos sistemas y productos; resolver problemas económicos y sociales; ubicar mercados, diseñar soluciones y hasta evaluar si hemos hecho algo correctamente o no. La investigación científica es en esencia como cualquier tipo de investigación, solo que más rigurosa, organizada y se, lleva a cabo cuidadosamente. Esto aplica tanto a estudios cuantitativos, cualitativos o mixtos.

Que sea "sistemática" implica que hay una disciplina para realizar la investigación científica y que no se dejan los hechos a la casualidad. Que sea "critica" denota que se recolectan y analizan datos. Que sea "critica" quiere decir que se evalúe y mejora de manera constante. Puede ser más o menos controlada, más o menos flexible o abierta, más o menos estructurada, en particular bajo el enfoque cualitativo, pero nunca caótica y sin metido. (Hernández Sampieri, Fernández Collado , & Baptista Lucio, 2006)

3.1.2. Método experimental

se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por qué causa se produce una situación o acontecimiento particular.

El experimento es una situación provocada por el investigador para introducir determinadas variables de estudio manipulada por él, para controlar el aumento o disminución de esas variables y su efecto en las conductas observadas.

La tarea del investigador, el investigador maneja de manera deliberada la variable experimental y luego observa lo que ocurre en condiciones controladas.

La tarea del investigador en este tipo de investigación presenta las siguientes etapas:

- Presencia de un Problema para el cual sea realizado una revisión bibliográfica
- Identificación y Definición del Problema
- Definición de Hipótesis y variables. Y la operacionalización de las mismas
- Diseño del plan experimental
- Prueba de confiabilidad de datos
- Realización de experimento
- Tratamiento de datos. Aquí, en este punto, hay que tener en cuenta que una cosa es el dato bruto, otro el dato procesado y otro el dato que hay que dar como definitivo. (EcuRed, 2017)

3.1.3. Partes y proceso de las pruebas en la planta piloto

a) Partes

La planta piloto construida en el laboratorio de aguas residuales de la Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil se encuentra compuesta por los siguientes elementos:

Tanque de PVC: Un tanque elevado de 55 galones con 940mm de altura, 560mm de diámetro exterior y 2.25mm de espesor.

Tubería $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$: Tubería de $\frac{1}{2}$ de salida del tanque para llenar el canal (estructura de hormigón) y otra sección para drenar el agua después del proceso. El llenado del canal se lo realiza con un tubo de $\frac{3}{4}$ de 46cm perforado. Incluidos los accesorios para formar la red de llenado y vaciado.

Estructura de hormigón: Cuenta con tres cavidades dimensionadas como se muestra en la imagen, por efecto de las pruebas y esta práctica se usaron dos. La primera cavidad que sirve como trampa para lodos no será usada en esta investigación. La segunda cavidad es la que represento la planta piloto. Y la tercera cavidad la más pequeña cuenta con una válvula para el drenaje del agua después del tratamiento, a la salida de esta para recolectar la muestra

Vidrio de 6mm lateral: Usado como pared en uno de los laterales de la estructura de hormigón, está previsto para poder observar el proceso desde uno de sus lados y no solo desde la parte superior.

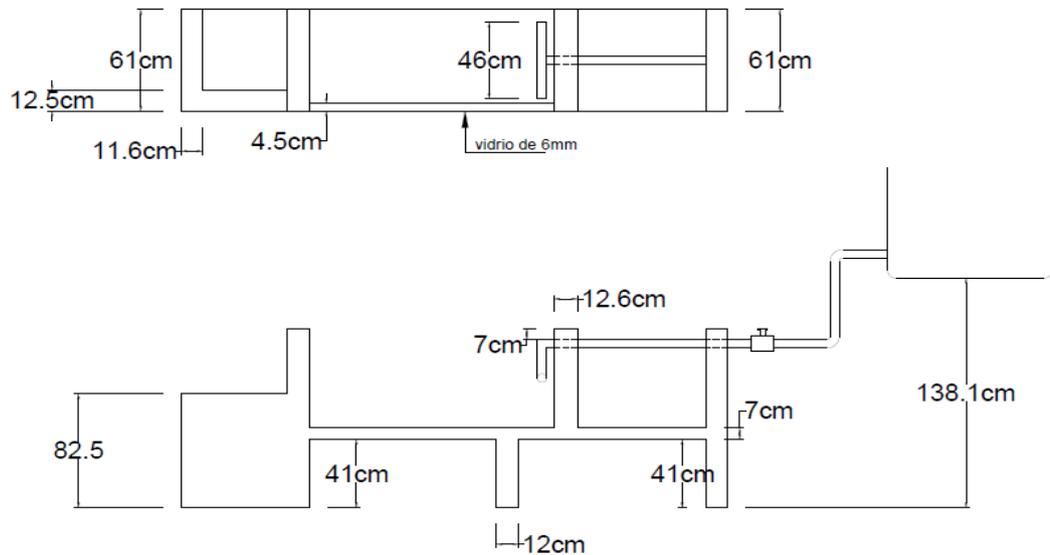


Ilustración 1. Dimensiones de la planta piloto
Elaborado por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

b) Proceso

Para las pruebas de la presente investigación en la planta piloto se llevarán a cabo los siguientes procesos:

- Como primer paso se llenó el tanque elevado con agua residual domiciliaria, sin lodos.
- Se cronometra el llenado desde que se abra hasta que se cierre la válvula del tanque y se marcó las alturas en el tanque, para calcular el caudal de llenado.
- Se abrió la válvula que dará paso al llenado del canal (segunda cavidad) con la tubería perforada.
- Se permitió llenar el canal por unos minutos hasta llegar a las alturas referenciales.
- Posteriormente se abrió la válvula de drenaje para dejar salir el agua tratada y tomar las muestras y observar los resultados.

c) Pruebas

Para cumplir con los objetivos propuestos se llevó a cabo cuatro pruebas, las mismas que serán propuestas de la siguiente manera:

- Las cuatro pruebas tuvieron como común denominador, una primera capa en el fondo de 50mm de piedra chispa, una capa siguiente de 100mm de arena gruesa y el Junco de río.
- Para la primera prueba se usó una tercera capa (encima de la arena) de 250mm de zeolita #6 con diámetro de tamiz de 3,35mm según la granulometría y #20 con diámetro de tamiz de 0,84mm según la granulometría, mezclada.
- En la segunda prueba se usó una tercera capa de 350mm de zeolita #6 con diámetro de tamiz de 3,35mm según la granulometría y #20 con diámetro de tamiz de 0,84mm según la granulometría, mezclada.
- Para la tercera prueba se usó una capa de 450mm de zeolita #6 con diámetro de tamiz de 3,35mm según la granulometría y #20 con diámetro de tamiz de 0,84mm según la granulometría, mezclada.
- Y por último para la cuarta prueba se usó una tercera capa de 250mm de piedra triturada de 1/8 (piedra chispa).

3.1.4. Reacondicionamiento de plan piloto

En primera instancia procedió a reconocer y adecuar el área en donde se iba a llevar a cabo el proyecto, en el laboratorio de aguas residuales “La bloquera” que se encuentra ubicado dentro instalación es de la Universidad Vicente Rocafuerte de Guayaquil. Como primer paso se procedió a la limpieza de la planta piloto.



Ilustración 2 Limpieza de la planta piloto.

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 3. Se procedió la limpieza de la planta piloto Retirando el material existente.

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Luego de la limpieza, se procedió a comprar todos los materiales que se utilizó en el lecho de la planta piloto para nuestra investigación:

Piedra 1/8: este triturado conocido también como piedra chispa es utilizado comúnmente en el lecho de los humedales artificiales como partes de nuestros objetivos e investigación también lo usaremos en una de las pruebas. Además, se utilizó como fondo del humedal en una capa de altura 5cm.



Ilustración 4. Piedra “1/8”

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 5. Altura de la piedra 1/8. 5cm. Desde la base.
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Arena gruesa: esta es otro de los componentes de los humedales artificiales para nuestra investigación se utilizó arena de río común para mismo que fue comprada en una distribuidora de materiales para construcción, la misma que se utilizó como lecho con 10cm de altura.



Ilustración 6. Colocación de Arena gruesa.
Segundo estrato. Sobre piedra 1/8
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 7. Altura de arena gruesa 10cm. Sobre la piedra 1/8
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Junco de río: de nombre científico *scipoides holoschoenus*, es otra de las partes importantes del humedal artificial, ya que por su capacidad de biorremediación pueden remover contaminantes y aportar oxígeno.



Ilustración 8. Extracción de Junco de río
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Zeolita: la implementación de la zeolita (*Clinoptilolita*) es la base de nuestra investigación, para las pruebas se utilizó el grano de zeolita en presentaciones #20 y #6 (representación según el tamiz) con esta se usó busco reducir los espacios entre partículas a manera de filtro y aprovechando al máximo las propiedades moleculares de la zeolita. Al no existir muchos proveedores de zeolita en la ciudad de Guayaquil, se contactó con un distribuidor con quien acordamos retirar el material en su cantera ubicada en el cantón Isidro Ayora de la provincia del Guayas.



Ilustración 8. Ubicación de cantera. Isidro Ayora - Guayas.
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 9. Zeolita (Clinoptilolita)
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Una vez que conseguido todos los materiales, se regresó al laboratorio para la colocación de los materiales a las alturas establecidas, tomando para primera prueba una altura de 25cm de zeolita.



Ilustración 10. Colocación de piedra 1/8
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 11. Colocación de arena gruesa
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 12. Colocación de junco de río
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 13. Colocación de zeolita
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Al siguiente día 16 de mayo de 2019 se procedió a coordinar con el laboratorio para la toma de muestras en la universidad donde se realizaron las pruebas de esta investigación.

Primera prueba con zeolita

Así mismo se realizó la recolección del agua residual doméstica, la cual fue tomada de la planta de tratamiento de aguas residuales ubicada en la Urbanización la Joya del cantón Daule de la provincia del Guayas, gracias a la colaboración de EMAPAD.



Ilustración 14. Ubicación de PTAR de la urbanización la JOYA
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Transportada el agua residual hasta el laboratorio, se procedió al llenado del tanque elevado que suministrara durante todo el proceso el agua residual a la planta piloto.



Ilustración 15. Manipulación del agua residual en el laboratorio

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 16. Llenado de Tanque elevado

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Una vez que llegó el técnico a la hora acordada se dio inicio a la primera prueba, como primer punto se tomó una muestra del agua residual del tanque que ya estaba lista para ser vaciada, se midió y se marcó la altura del agua residual dentro del tanque que estaba lista para ser vaciada se continuó con la apertura de llave de llenado y se tomó el tiempo para cronometrar el proceso.

Transcurrido 5 minutos se volvió a medir y marcar el nivel del agua dentro del tanque elevado, a los 10 minutos se cerró la válvula y se marcó la altura del agua en el tanque elevado inmediatamente se abrió la llave de vaciado y se dejó salir por unos segundos el agua que se encontraba con sedimentos con arena antes de tomar la muestra del agua procesada. A simple vista se apreció un cambio en la coloración y el olor del agua residual.

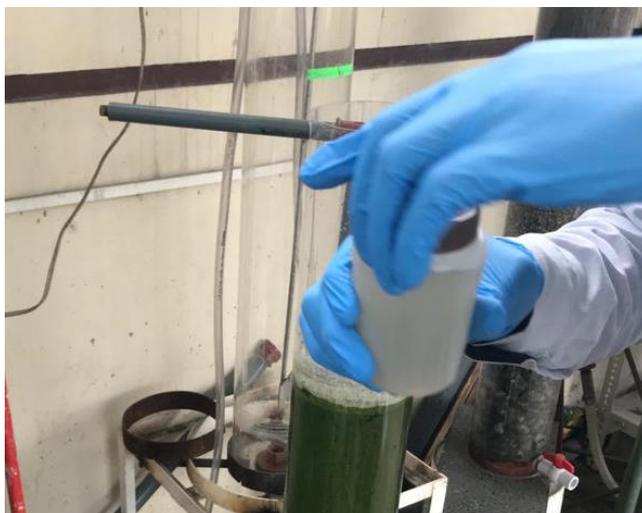


Ilustración 17. Toma de muestra en la entrada del tanque elevado
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 18. Toma de muestra, a la salida de la planta piloto
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Una vez tomada las muestras el técnico se retiró, y se empezó el vaciado de la planta piloto y transcurrido 10 minutos se pudo evidenciar que el agua era más cristalina y el olor casi imperceptible. Por este motivo se consultó con nuestro tutor y se acordó aumentar una toma de muestra más por prueba.



Ilustración 19. Salida del agua residual tratada luego de 10 minutos

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Segunda prueba con zeolita

Al día siguiente 17 de mayo de 2019 en horas de la mañana se procedió a la recolección del agua residual doméstica en el sitio citado anteriormente, se realizó la respectiva transportación de la misma y se procedió al llenado del tanque elevado y también de la zeolita para alcanzar los 35cm de altura para la siguiente prueba.



Ilustración 20. Prueba con 35cm de zeolita

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

El laboratorio manifestó que por motivos administrativos no podrían tomar las muestras este día. Por lo cual se coordinó efectuarlo el día lunes 20 de mayo 2019 a las 8:30 am. El día sábado 18 de mayo de 2019 se llevó a cabo la recolección de aguas residuales domiciliarias de la planta de tratamiento antes mencionada para futuras pruebas.

El día lunes 20 de mayo de 2019 una vez que llegó el técnico se dio inicio a la segunda prueba en la cual se procedió a tomar muestra del agua residual dentro del tanque elevado y a medir y marcar la altura del agua dentro del tanque, a continuación se abrió la válvula para vertido del agua residual dentro del humedal y se cronometró el proceso, se marcó la altura de agua dentro del tanque.

Una vez transcurrido los 5 primeros minutos y lo mismo transcurrido 10 minutos después de haber dado el inicio a la apertura de la válvula, a los 12 minutos de haber iniciado el vertido se cerró la válvula procediendo a marcar la altura final del agua dentro del tanque simultáneamente se abrió la llave de vaciado y al igual que en la primera práctica se dejó salir el agua por unos segundos (30 segundos), el técnico procedió a tomar la segunda muestra del día (primera muestra del agua tratada) continuando con el vaciado la planta piloto y 10 minutos después se procedió a la toma de la tercera muestra de esta prueba (segunda muestra del agua tratada).



Ilustración 21. Toma de muestra, a la entrada del tanque elevado
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 22. Toma de muestra, a la salida de la planta piloto.
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 23. Salida del agua residual tratada a los 10 minutos

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Tercera prueba con zeolita

Al día siguiente 21 de mayo de 2019 por la mañana se procedió al llenado del tanque elevado y también de la zeolita para alcanzar los 45cm de altura para la siguiente prueba y una pequeña limpieza en el laboratorio luego llegó el técnico se inició la tercera prueba donde se tomó la muestra del agua residual dentro del tanque elevado y se marcó el nivel de la misma, a continuación se abrió la válvula para vertido del agua residual dentro del humedal y se cronometró el proceso, se marcó la altura de agua dentro del tanque.

Transcurrido los primeros 5 minutos y lo mismo transcurrido los 10 minutos después de haber dado el inicio a la apertura de la válvula, a los 13 minutos de haber iniciado el vertido se cerró la válvula procediendo a marcar la altura final del agua dentro del tanque enseguida se abrió la llave de vaciado y al igual que en la anteriormente practica se dejó salir el agua por unos segundos (30 segundos), el técnico tomó primera muestra del agua tratada y se dejó seguir saliendo el agua.

Después de transcurridos 10 minutos se tomó la segunda muestra del agua tratada terminando así el muestreo de las pruebas con lecho de zeolita. Se dejó evacuar toda el agua del humedal para proceder en la tarde a retirar el material con el que se había trabajado.



Ilustración 24. Prueba con una altura de 45cm de zeolita.
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 25. Toma de muestra, a la entrada del tanque elevado.
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 26. Muestra del agua residual tratada
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Cuarta prueba con piedra “1/8”

Al día siguiente 22 de mayo de 2019 por la mañana se realizó la recolección del agua residual doméstica en el lugar anteriormente citado, se realizó la respectiva trasportación de la misma hasta el laboratorio y así mismo la compra de la piedra 1/8 para proceder con el llenado del tanque y el lecho de grava en el humedal, respectivamente. Se procedido con el marcado de la altura del agua dentro del tanque luego llegó el técnico y se dio inicio a la cuarta y última prueba.

Se inició con la toma de la muestra del agua residual dentro del tanque y se procedido a la apertura de la válvula de llenado y se dio inicio con la toma del tiempo, al transcurrir los 5 primeros minutos se midió y marco la altura del agua dentro del tanque elevado así mismo se realizó la toma de altura y medición, transcurridos los 10 minutos se marcó el nivel del agua dentro del tanque y se cerró la válvula consecuentemente se abrió la llave de descarga dejando que el agua saliera durante 30 segundos para continuar con la primera toma del agua trata con lecho de grava, al transcurrir 10 minutos luego de cerrar la llave de descarga se realizó la segunda prueba con el agua tratada.



Ilustración 27. Prueba con altura 25 cm con piedra 1/8
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 28. Toma de muestra del agua residual, a la entrada del tanque elevado.

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 29. Toma de muestra del agua residual tratada, a la salida de la planta piloto.

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 30. Salida del agua residual tratada a los 10 minutos.

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Una vez culminadas las pruebas se tomó la decisión, junto con el tutor, de repetir el proceso para obtener nuevas muestras y hacerlas evaluar con otro laboratorio. Esto con la

finalidad de obtener resultados más confiables y poder condensar el análisis con información respaldada y/o complementada.

El día martes 25 de junio de 2019 nos reunimos con nuestro tutor para analizar los resultados de los 2 laboratorios, luego de una extensa conversación e interpretación de los resultados se tomó la decisión de realizar una prueba más, estableciendo los parámetros que condicionaran la muestra lo más parecido a un humedal de flujo subsuperficial a una escala real.

Encaminados a lo antes expuesto se procedió al laboratorio para el acondicionamiento del mismo ya que se pudo programar la toma de muestra al día siguiente.



Ilustración 31. Acondicionamiento para toma de última muestra con altura de 25cm de zeolita.

Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Luego de lo expuesto por el tutor se llevó acabo la prueba con los siguientes parámetros: Se Trabajó con un tiempo de descarga de 128 minutos para llegar lo más próximo a un caudal de entrada de 0.1 l/s, se regulo la llave de paso para que la entrada del agua residual domestica sea por goteo y a el minuto 129 se re realice la toma de la muestra del agua residual tratada.



Ilustración 32. Toma de agua residual doméstica en tanque elevado.
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 33. Agua residual domestica a la entrada de la planta piloto.
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)



Ilustración 34. Agua residual domestica trata a la salida de la planta piloto
Tomada por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

CAPITULO IV

INFORME FINAL

4.1. Valorar la cantidad de coliformes fecales por mililitro en el humedal artificial con lecho de zeolita.

Una vez realizado las pruebas dentro de la planta piloto se procedió a analizar los resultados efectuados por los laboratorios certificados por el SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriana), cabe recalcar que para un análisis más profundo y detallado que se realizaron 19 muestras, tomando en cuenta el primer objetivo específico que es valorar la cantidad de coliformes fecales en agua residual domestica por mililitro a la entrada de la planta piloto y a la salida de la misma, a continuación se muestran las distintas alturas de lecho de zeolita que se manejaron dentro de la planta piloto, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 4

Cantidad de coliformes fecales /ml en el humedal artificial con lecho de zeolita (laboratorio 1)

Altura de Zeolita (h)	Caudal Promedio (l/s)	Cantidad coliformes fecales entradas (NMP/100ml)	Cantidad coliformes fecales salidas (NMP/100ml)	Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce (NMP/100ml)
h= 25cm	Q= 1,46	4839,2	4839,2	2000
h= 35cm	Q= 1,46	4839,2	4839,2	2000
h= 45cm	Q= 1,46	4839,2	4839,2	2000

Fuente: resultado del laboratorio

Elaborado por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Tabla 5

Cantidad de coliformes fecales /ml en el humedal artificial con lecho de zeolita (laboratorio 2)

Altura de Zeolita (h)	Caudal Promedio (l/s)	Cantidad coliformes fecales entradas (NMP/100ml)	Cantidad coliformes fecales salidas (NMP)	Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce (NMP/100ml)
h= 25cm	Q= 1,46	>2419,7	>2419,7	2000
h= 35cm	Q= 1,46	>2419,7	>2419,7	2000
h= 45cm	Q= 1,46	>2419,7	>2419,7	2000

Fuente: resultado del laboratorio

Elaborado por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Tabla 6

Cantidad de coliformes fecales /ml en el humedal artificial con lecho de zeolita (laboratorio 3)

Altura de Zeolita (h)	Caudal Promedio (l/s)	Cantidad coliformes fecales entradas (NMP/100ml)	Cantidad coliformes fecales salidas (NMP/100ml)	Límite de descarga a un cuerpo de agua dulce (NMP/100ml)
h= 25cm	Q= 0,01	>2419,7	2419,6	2000

Fuente: resultado del laboratorio

Elaborado por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

Cálculo de volúmenes y caudales (laboratorio 1).

Cálculo de volumen y caudal (Q) primera toma con altura de 25cm de zeolita.

Detalles

El diámetro del tanque elevado es de 0.56 m, la altura de agua de nuestra primera muestra a los 5 minutos fue de 0.30m con h inicial = 0.60 m. con un tiempo de 5 minutos.

Dónde:

diámetro= d = 0.56 m

h inicial= 0.60 m

h agua a los 300s= 0.30 m

h diferencia= h inicial – h agua a los 300s= 0.30 m

tiempo= T = 300s

$$Vol = \pi d * h_{diferencia}$$

$$vol. = \pi (0.56 \text{ m}) (0.30 \text{ m})$$

$$vol. = 0.53 \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{vol}{T}$$

$$Vol. = 0.53 \text{ m}^3$$

$$T = 300 \text{ s}$$

$$Q = \frac{0.53 \text{ m}^3}{300 \text{ s}} = \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 1,77 \text{ L/s}$$

Cálculo de volumen y caudal de entrada (Q) segunda toma con altura de 35cm de zeolita.

Detalles

El diámetro del tanque elevado es de 0.56 m, la altura de agua de nuestra segunda muestra a los 5 minutos fue de 0.54m con h inicial =0.77 m. con un tiempo de 5 minutos (300segundos).

Dónde:

diámetro= d = 0.56 m

h inicial= 0.77 m

h agua a los 300 segundos = 0.53 m

h diferencia= (h inicial – h agua a los 300s) = 0.23 m

tiempo= T = 300s

$$Vol = \pi d * hdiferencia$$

$$vol. = \pi (0.56 \text{ m}) (0.23 \text{ m})$$

$$vol. = 0.40 \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{vol}{T}$$

$$Vol. = 0.40 \text{ m}^3$$

$$T = 300s$$

$$Q = \frac{0.40m^3}{300s} = \frac{1000 \text{ L}}{1m^3} = 1,3 \text{ L/s}$$

Cálculo de volumen y caudal de entrada (Q) segunda toma con altura de 45cm de zeolita.

Detalles

El diámetro del tanque elevado es de 0.56 m. la altura de agua de nuestra segunda muestra a los 5 minutos fue de 0.55m con h inicial de 0.80 m. con un tiempo de 5 minutos (300segundos).

Dónde:

diámetro= d = 0.56 m

h inicial= 0.80m

h agua a los 300 segundos= 0.55 m

h diferencia= (h inicial – h agua a los 300 s) = 0.23 m

tiempo= T = 300 s

$$Vol = \pi d * hdiferencia$$

$$vol. = \pi (0.56m) (0.25m)$$

$$vol. = 0.44m^3$$

$$Q = \frac{vol}{T}$$

$$Vol. = 0.44m^3$$

$$T = 300s$$

$$Q = \frac{0.44m^3}{300s} = \frac{1000 L}{1m^3} = 1,46 L/s$$

Cálculo de volumen y caudal de entrada (Q) segunda toma con altura de 25cm de piedra 1/8

Detalles

El diámetro del tanque elevado es de 0.56 m. la altura de agua de nuestra segunda muestra a los 5 minutos fue de 0.50m con h inicial de 0.75 m. con un tiempo de 5 minutos (300segundos).

Dónde:

diámetro= d = 0.56 m

h inicial= 0.75 m

h agua a los 300s = 0.50 m

h diferencia= (h inicial – h agua a los 300 s) = 0.25 m

tiempo = T = 300 s

$$Vol = \pi d * hdiferencia$$

$$\text{vol.} = \pi (0.56 \text{ m}) (0.25 \text{ m})$$

$$\text{vol.} = 0.44 \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{\text{vol}}{T}$$

$$\text{Vol.} = 0.44 \text{ m}^3$$

$$T = 300 \text{ s}$$

$$Q = \frac{0.44 \text{ m}^3}{300 \text{ s}} = \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 1,47 \text{ L/s}$$

Cálculo de volúmenes y caudales (laboratorio 2).

Cálculo de volumen y caudal (Q) primera toma con altura de 25cm de zeolita.

Detalles

El diámetro del tanque elevado es de 0.56 m. la altura de agua de nuestra primera muestra a los 5 minutos fue de 0.30m con h inicial de 0.60 m. con un tiempo de 5 minutos.

Dónde:

$$\text{diámetro} = d = 0.56 \text{ m}$$

$$h \text{ inicial} = 0.60 \text{ m}$$

$$h \text{ agua a los } 300 \text{ s} = 0.35 \text{ m}$$

$$h \text{ diferencia} = (h \text{ inicial} - h \text{ agua a los } 300 \text{ s}) = 0.25 \text{ m}$$

$$\text{tiempo} = T = 300 \text{ s}$$

$$\text{Vol} = \pi d * h \text{ diferencia}$$

$$\text{vol.} = \pi (0.56 \text{ m}) (0.25 \text{ m})$$

$$\text{vol.} = 0.44 \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{\text{vol}}{T}$$

$$\text{Vol.} = 0.44 \text{ m}^3$$

$$T = 300 \text{ s}$$

$$Q = \frac{0.44 \text{ m}^3}{300 \text{ s}} = \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 1,46 \text{ L/s}$$

Cálculo de volumen y caudal de entrada (Q) segunda toma con altura de 35cm de zeolita.

Detalles

El diámetro del tanque elevado es de 0.56 m. la altura de agua de nuestra segunda muestra a los 5 minutos fue de 0.54m con h inicial de 0.77m. con un tiempo de 5 minutos (300segundos).

Dónde:

diámetro= d = 0.56 m

h inicial= 0.77 m

h agua a los 300 segundos = 0.54 m

h diferencia= (h inicial – h agua a los 300 s) = 0.23 m

tiempo= T = 300 s

$$Vol = \pi d * hdiferencia$$

$$vol. = \pi (0.56m) (0.23m)$$

$$vol. = 0.40 m^3$$

$$Q = \frac{vol}{T}$$

$$Vol. = 0.40 m^3$$

$$T = 300 s$$

$$Q = \frac{0.40m^3}{300s} = \frac{1000 L}{1m^3} = 1,3 L/s$$

Cálculo de volumen y caudal de entrada (Q) segunda toma con altura de 45cm de zeolita.

Detalles

El diámetro del tanque elevado es de 0.56 m. la altura de agua de nuestra segunda muestra a los 5 minutos fue de 0.55m con h inicial de 0.80 m. con un tiempo de 5 minutos (300segundos).

Dónde:

diámetro= d = 0.56 m

h inicial= 0.80 m

h agua a los 300 segundos= 0.55 m

h diferencia= (h inicial – h agua a los 300 s) = 0.25 m

tiempo= T = 300 s

$$Vol = \pi d * h_{diferencia}$$

$$vol. = \pi (0.56 \text{ m}) (0.25 \text{ m})$$

$$vol. = 0.44 \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{vol}{T}$$

$$Vol. = 0.44 \text{ m}^3$$

$$T = 300 \text{ s}$$

$$Q = \frac{0.44 \text{ m}^3}{300 \text{ s}} = \frac{1000 \text{ L}}{1 \text{ m}^3} = 1,47 \text{ L/s}$$

Cálculo de volumen y caudal de entrada (Q) segunda toma con altura de 25cm de piedra “1/8”

Detalles

El diámetro del tanque elevado es de 0.56 m. la altura de agua de nuestra segunda muestra a los 5 minutos fue de 0.54m con h inicial de 0.75m. con un tiempo de 5 minutos (300segundos).

Dónde:

diámetro= d = 0.56 m

h inicial= 0.75 m

h agua a los 300s = 0.54 m

h diferencia= (h inicial – h agua a los 300 s) = 0.21 m

tiempo= T = 300s

$$Vol = \pi d * h_{diferencia}$$

$$vol. = \pi (0.56 \text{ m}) (0.21 \text{ m})$$

$$vol. = 0.37 \text{ m}^3$$

$$Q = \frac{vol}{T}$$

$$Vol. = 0.37 \text{ m}^3$$

$$T = 300 \text{ s}$$

$$Q = \frac{0.44m^3}{300s} = \frac{1000 L}{1m^3} = 1,23 L/s$$

Cálculo de volúmenes y caudales (laboratorio 3)

Con el fin de asimilar un caudal de una vivienda de 5 personas se tomó la decisión de trabajar con un caudal de 0,01 l/s, que se obtiene de la siguiente manera

$$caudal\ medio\ diario = \frac{(\text{numero de habitantes}) \times (\text{dotacion})}{86400\ segundos} = lts/s$$

$$Q_{md} = \frac{5 \times 200\ l/\text{dotacion}}{86400\ segundos} = \frac{1000l/\text{dia}}{86400\ s} = 0,01\ l/s$$

Llevando el “Qmd” a la planta piloto procedimos al cálculo de volumen: donde “D” es el diámetro del recipiente (tanque elevado), “h agua” es la altura del agua a los 88 minutos del proceso dentro de nuestra planta piloto.

Dónde:

Diámetro= d = 0.56 m

h diferencia= 0.30 m

$$vol = \pi D \cdot h\ diferencia$$

$$vol = \pi (0,56\ m)(0,30\ m) = 0,53\ m^3$$

Para manejar este caudal dentro de la planta piloto uno de los factores principales para llegar a nuestro dato más real fue el manejo del tiempo (T) que lo pudimos expresar e interpretar de la siguiente manera:

$$T = \frac{vol}{Q}$$

$$T = \frac{530\ litros}{0,1\ l/s} = 5300\ l/s$$

$$= \frac{5300\ l/s}{60\ s} = 88\ minutos$$

Para el cálculo de caudales (laboratorio 1 y laboratorio 2) se manejó una media de h diferencia de 25 cm. dando un caudal de:

$$Q = 1.46\ l/s$$

4.1 Calificar las principales características de las aguas tratadas en un proceso con presencia de zeolita.

Tabla 7
Características físicas de las aguas tratadas con zeolita

Altura de zeolitas (cm)	Caudal (l/s)	Ilustración	Observaciones
h= 25	Q= 1,46	Antes del tratamiento 	-Coloración oscura -Olor pestilente -Sedimentos suspendidos
		Después del tratamiento 	-Coloración cristalina -Olor casi imperceptible -Sedimentación nula
h= 35	Q= 1,46	Antes del tratamiento 	-Coloración oscura -Olor pestilente -Sedimentos suspendidos
		Después del tratamiento 	-Coloración cristalina -Olor casi imperceptible -Sedimentación nula
h= 45	Q= 1,46	Antes del tratamiento 	-Coloración oscura -Olor pestilente -Sedimentos suspendidos
		Después del tratamiento 	-Coloración cristalina -Olor casi imperceptible -Sedimentación nula

		Antes del tratamiento	
			<ul style="list-style-type: none"> -Coloración oscura -Olor pestilente -Sedimentos suspendidos
h= 25	Q=0,01	Después del tratamiento	
			<ul style="list-style-type: none"> -Coloración cristalina -Olor casi imperceptible -Sedimentación nula

Fuente: planta piloto.

Elaborado por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

4.2 Comparar la eficacia en la remoción de coliformes fecales en un humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita y sin zeolita.

Tabla 8

Comparación de remoción de coliformes fecales

Tipo de muestra	Altura (cm)	Concentración de coliformes fecales entradas (NMP/100ml)	Concentración de coliformes fecales salidas (NMP/100ml)	Porcentaje de remoción %	Ilustración	Observaciones
zeolita	25	>2419,70	2419,6	0,01	Después del tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> -Coloración cristalina -Olor casi imperceptible -Sedimentación nula
piedra "1/8"	25	>2419,7	>2419,70	0	Después del tratamiento 	<ul style="list-style-type: none"> -Coloración café claro -Olor perceptible -Presencia de partículas suspendidas

Fuente: planta piloto.

Elaborado por: Cevallos, M. & Macías, J. (2019)

CONCLUSIONES

Como desenlace de la investigación realizada se pueden destacar varios puntos para analizar. Basándose en los efectos que el proceso de la planta piloto efectuó en el agua residual, podemos resaltar que demostró ser de una gran influencia para obtener cambios físicos significativos. Al punto de dejar el agua resultante casi incolora, inodora y casi nula en lo que es la presencia de partículas suspendidas.

En concordancia con los resultados obtenidos de los laboratorios empleados para las diferentes pruebas, se puede concluir que la velocidad de entrada del agua residual tiene una influencia directa y de gran importancia en la remoción de coliformes fecales. Siendo así la principal limitante para la eliminación de microorganismos bacterianos, ya que los porcentajes de remociones obtenidas son casi despreciables.

En las pruebas realizadas con zeolita como material filtrante los cambios físicos fueron muy representativos, mientras que en las pruebas realizadas con el material filtrante convencional (piedra triturada de 1/8) los cambios físicos en el agua resultante fueron menos apreciable. Inclusive en las pruebas donde la velocidad de entrada del agua residual domestica fue inferior las diferencias del agua resultante entre las pruebas con material filtrante zeolita y convencional fueron considerablemente distintas en sus características físicas.

Por otra parte, al realizar las pruebas reduciendo el caudal de entrada a un $0,01\text{m}^3/\text{s}$, siendo este un caudal más aproximado al consumo diario de una vivienda, se obtiene un porcentaje mínimo (no despreciable) que nos lleva a concluir que existe una remoción de microorganismos bacterianos usando la zeolita como material filtrante en un humedal artificial de flujo subsuperficial.

Al ser este porcentaje tan pequeño es necesaria la implementación de un tratamiento adicional para poder remover el contaminante fecal hasta un porcentaje que permita su descarga a un cuerpo receptor natural como un río o mar. Sin embargo, se aprecian algunos factores que podrían resultar determinantes para el cumplimiento de la remoción del mencionado contaminante como son la pendiente existente en la planta piloto, el tiempo de resembrado con que conto el junco de río para poder aportar con la oxigenación necesaria, y sobre todo el caudal a utilizar trascendental en la concentración de coliformes del agua resultante.

Debido a que este estudio fue una continuación de la tesis “Evaluación del comportamiento de DBO y DQO en el agua residual domestica usando un humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita”, en el cual se verifico que la zeolita usada como lecho bilógico depurador es muy bueno para remoción de materia orgánica, se realizó esta investigación para complementar la información sobre las propiedades del mineral zeolita (Clinoptilolita) como material filtrante, obteniendo los resultados presentados.

Concluyendo que en las pruebas realizadas en la planta piloto con un lecho de zeolita en condiciones normales se removió una mínima cantidad de coliformes fecales es decir que no se llegó a la cantidad necesaria para que el agua resultante pueda ser vertida a un cuerpo receptor de agua dulce o salada. Por su gran capacidad de remoción de materia orgánica y mejora de las características físicas, este tratamiento es de gran ayuda y podría ser utilizada en riegos de áreas verdes y/o agrícolas. Y en el caso necesario, es decir para potabilizar el agua, se podría agregar un proceso adicional de desinfección o tratamiento avanzado para obtener un producto terminado más limpio y apto para uso humano.

RECOMENDACIONES

Como primera recomendación se propone seguir realizando estudios referentes a la remoción de microorganismos bacterianos usando humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita con la variabilidad de usar solo zeolita de granulometría tamiz # 20, y no como se utilizó en esta investigación donde se usó una dosificación del 50% de granulometría tamiz # 20 y un complemento del 50% de granulometría tamiz # 6. O en su defecto probar otras variantes en el diámetro de la granulometría para evidenciar diferencias.

Así mismo proseguir con el estudio de las principales características de remoción de materia orgánica y microorganismos usando humedales artificiales de flujo subsuperficial con lecho de zeolita realizando variantes con el junco de río para que cuente con mayor tiempo de adaptación en la planta piloto, y no como se usó en esta investigación donde se replantó el junco de río un día antes de empezar con la primera prueba.

También es recomendable investigar en futuros proyectos, la importancia de la presencia de organismos externos al humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita como son animales, insectos, plantas, etc. Ya que las características propias de los humedales artificiales de flujo subsuperficial cuentan con estos factores como parte de su sistema.

Y por último también es de suma importancia continuar con el estudio de la presente investigación enfatizando en la factibilidad de realizar tratamientos de desinfección posterior al proceso realizado con el humedal artificial de flujo subsuperficial con lecho de zeolita, dejando así un producto final más limpio y con mayor campo de reutilización, ya que los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas sobre este tema, denotan una importante remoción de los principales contaminantes en aguas residuales domésticas antes de ser vertidas a cuerpo receptor.

Bibliografía

- Alkemi*. (17 de Abril de 2019). Obtenido de Alkemi S.A.: <https://alkemi.es/blog/analisis-de-coliformes-fecales/>
- Asturnatura. (24 de 04 de 2019). *Asturnatura*. Obtenido de www.asturnatura.com: <<https://www.asturnatura.com/especie/scirpoides-holoschoenus.html>>.
- bideatek*. (17 de Abril de 2019). Obtenido de [bideatek](http://www.bideatek.com): <https://www.bideatek.com/humedales/>
- Camacho, A., Giles, M., Ortigón, A., Serrano, B., & Velázquez, O. (2009). Técnicas para el Análisis Microbiológicos de Alimentos . *Técnicas para el Análisis Microbiológicos de Alimentos* . Ciudad de Mexico , Ciudad de Mexico , Mexico: Facultad de Química, UNAM.
- Campus.UNA*. (17 de Abril de 2019). Obtenido de [campus.una.ac.cr](http://www.campus.una.ac.cr): http://www.campus.una.ac.cr/ediciones/2018/abril/2018abril_pag03.html
- Centro de las nuevas tecnologías del Agua de Sevilla. (2008). Monografico 3. *Manual de Depuracion de aguas* . Sevilla, España: Alianza por el agua .
- Chita Toro, F., Londoña Benítez, L. M., & Álvarez Herrera, M. I. (2006). La zeolita en la mitigación ambiental. *Revista Lasallista de Investigación*, 30-34.
- EcuRed contributors. (10 de Enero de 2018). *EcuRed*. Obtenido de www.ecured.cu: https://www.ecured.cu/index.php?title=Aguas_residuales&oldid=3044355
- EcuRed, c. (24 de Julio de 2013). *Clinoptilolita*. Obtenido de [EcuRed.com](http://www.ecured.cu): <https://www.ecured.cu/index.php?title=Clinoptilolita&oldid=2004627>
- EcuRed, c. (5 de Junio de 2015). *EcuRed*. Obtenido de www.ecured.cu: https://www.ecured.cu/Microbiolog%C3%ADa_de_los_alimentos
- entomelloso*. (17 de Abril de 2019). Obtenido de entomelloso.com: <https://entomelloso.com/opinion/fermin-gassol/juncos-fermin-gassol/>
- Galindo, R. (Febrero de 2013). Humedal artificial de flujo horizontal sub superficial para tratamiento de aguas mieles. *Humedal artificial de flujo horizontal sub superficial para tratamiento de aguas mieles*. San lucas Tolima , Guatemala : AGROPECUARIA ATITLÁN S.A.
- Güereca Hernández , L. P., Morgan Sagastume, J. M., & Noyola Robles , A. (2013). *Selección de tecnología para el tratamiento de aguas residuales municipales*. Ciudad de Mexico, Mexico: EDITORIAL, Equipo. Presentación del libro Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales: guía de apoyo para ciudades pequeñas y medianas. Gaceta Instituto de Ingeniería, UNAM, [S.l.]. Obtenido de http://www.pronatura-sur.org/web/docs/Tecnologia_Aguas_Residuales.pdf
- Hadad , H. (26 de Marzo de 2007). Importancia de macrófitas en la retención de nutrientes y metales en. *Importancia de macrófitas en la retención de nutrientes y metales en*. Santa fe, Argentina: Universidad Nacionl del Litoral.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado , C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* . Mexico D.F.: McGraw-Hill Interamericna EDITORES S.A DE C.V .

- Morante Carballo , F. E. (2004). Las zeolitas de las costa de Ecuador. *Las zeolitas de las costa de Ecuador geología, características*. Guayaquil, Guayas , Ecuador : Universidad Politécnica de Madrid.
- Peña Varón, M., Van Ginneken, M., & Madera P., C. (17 de Octubre de 2003). Humedales de flujo Subsuperficial. *Humedales de flujo Subsuperficial: una alternativa natural para el tratamiento de aguas residuales domesticas en zonas tropicales*. Cali, Cali, Colombia: researchgate.
- relaq. (17 de Abril de 2019). Obtenido de relaq.mx: <http://www.relaq.mx/RLQ/cuba/zeolita.html>
- Sandoval, A. M., & Carlos, G. (Noviembre de 1991). Determinacion de coliformes fecales . *Determinacion de coliformes fecales* . N/A, N/A, Mexico : IMTA instituto mexicano de tecnologia del agua .
- scoop.it. (17 de Abril de 2019). Obtenido de scoop.it: <https://www.scoop.it/topic/escherichia-coli>
- SlidePlayer. (17 de Abril de 2019). Obtenido de SlidePlayer: <https://slideplayer.es/slide/4175197/>
- SlidePlayer. (17 de Abril de 2019). Obtenido de SlidePlayer.2: <https://slideplayer.es/slide/10583173/>
- Texto unificado legislacion secundaria, medio ambiente. (31 de Marzo de 2003). TULAS. *Texto unificado legislacion secundaria, medio ambiente*. Quito, Pichincha, Ecuador: Ministerio de Ambiente del Ecuador.
- UNAM.MX. (17 de Abril de 2019). Obtenido de depa.fquim.unam.mx: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Protocolodecuantificaciondemicroorganismos_19851.pdf
- Wikipedia, C. d. (1 de Abril de 2019). *Wikipedia*. Obtenido de www.wikipedia.com: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=M%C3%A9todo_emp%C3%ADrico-anal%C3%ADtico&oldid=114979182

Anexos

Anexo 1.



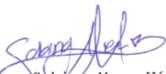
INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS: AGUAS
No. 19-294

Fecha de envío: 30 de mayo de 2019
Proviene de: DPL-IPSOMARY-19-326

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
Dirección: Mucho Lote 6ta etapa Mz. 2620 villa 20.	
Persona de Contacto: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua Residual	Fecha/Hora Toma de Muestra: 16 de mayo de 2019 / 16:00
Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual / Simple	Cantidad de Muestra: 100 mL
Norma INEN 2169:2013 / INEN 2176:2013	Muestra Tomada por: Ing. Víctor Vargas
Lugar/Punto de Toma de Muestra: P1	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 16 de mayo de 2019 / 16:38
Tanque elevado PTAR - Entrada de agua 17M 0623275E - 9759507N ± 3	
Código de Identificación de la Muestra: 326-19	

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS					
Fecha Inicio	Ensayos			Fecha Final	
16/05/2019	Coliformes Fecales			17/05/2019	
Desviaciones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio: 24.4°C 51.0 %HR		
Parámetro	Temp. Muestra °C	Resultados Unidades	(2) Valores de Referencia	Incertidumbre K=2 ± Unidad	Método de Ensayo
(1) Coliformes fecales (E. Coli)	34.9	4839.2 NMP/100ml	--	--	PEE/IPSOMARY/26-04

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
(2) Sin criterio de referencia.
(3) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.


Ing. Sabina Mera Vélez
Analista de Laboratorio


Ing. Marlon Villamar Franco
Director Técnico



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS: AGUAS
No. 19-295

Fecha de envío: 30 de mayo de 2019
Proviene de: DPL-IPSOMARY-19-327

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
Dirección: Mucho Lote 6ta etapa Mz. 2620 villa 20.	
Persona de Contacto: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua Residual	Fecha/Hora Toma de Muestra: 16 de mayo de 2019 / 16:20
Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual / Simple	Cantidad de Muestra: 100 mL
Norma INEN 2169:2013 / INEN 2176:2013	Muestra Tomada por: Ing. Victor Vargas
Lugar/Punto de Toma de Muestra: P2	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 16 de mayo de 2019 / 16:38
Salida de PTAR 17M 0623275E - 9759507N ± 3	
Código de Identificación de la Muestra: 327-19	

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS					
Fecha Inicio	Ensayos			Fecha Final	
16/05/2019	Coliformes Fecales			17/05/2019	
Desviaciones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio: 24.9°C 51.0 %HR		
Parámetro	Temp. Muestra °C	Resultados Unidades	(2) Valores de Referencia	Incertidumbre K=2 ± Unidad	Método de Ensayo
(1) Coliformes fecales (E. Coli)	34.9	4839.2 NMP/100ml	--	--	PEE/IPSOMARY/26-04

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
 (2) Sin criterio de referencia.
 (3) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.


Ing. Sabina Mera Vélez
Analista de Laboratorio


Ing. Marlon Villamar Franco
Director Técnico



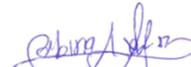
INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS: AGUAS
No. 19-298

Fecha de envío: 30 de mayo de 2019
Proviene de: DPL-IPSOMARY-19-328

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
Dirección: Mucho Lote 6ta etapa Mz. 2620 villa 20.	
Persona de Contacto: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua Residual	Fecha/Hora Toma de Muestra: 20 de mayo de 2019 / 08:50
Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual / Simple	Cantidad de Muestra: 100 mL
Norma INEN 2169:2013 / INEN 2176:2013	Muestra Tomada por: Ing. Víctor Vargas
Lugar/Punto de Toma de Muestra: P1	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 20 de mayo de 2019 / 12:20
Entrada de agua a PTAR 17M 0623275E - 9759507N ± 3	
Código de Identificación de la Muestra: 328-19	

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS					
Fecha Inicio		Ensayos		Fecha Final	
20/05/2019		Coliformes Fecales		21/05/2019	
Desviaciones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio: 24.0°C 42.6 %HR		
Parámetro	Temp. Muestra °C	Resultados Unidades	(2) Valores de Referencia	Incertidumbre K=2 ± Unidad	Método de Ensayo
(1) Coliformes fecales (E. Coli)	34.9	4839.2 NMP/100ml	--	--	PEE/IPSOMARY/26-04

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
 (2) Sin criterio de referencia.
 (3) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.


Ing. Sabina Mera Vélez
Analista de Laboratorio


Ing. Marlon Villamar Franco
Director Técnico



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS: AGUAS
No. 19-299

Fecha de envío: 30 de mayo de 2019
Proviene de: DPL-IPSOMARY-19-329

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
Dirección: Mucho Lote 6ta etapa Mz. 2620 villa 20.	
Persona de Contacto: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua Residual	Fecha/Hora Toma de Muestra: 20 de mayo de 2019 / 08:55
Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual / Simple	Cantidad de Muestra: 100 mL
Norma INEN 2169:2013 / INEN 2176:2013	Muestra Tomada por: Ing. Víctor Vargas
Lugar/Punto de Toma de Muestra: P2	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 20 de mayo de 2019 / 12:20
Salida de agua de PTAR - 5 minutos 17M 0623275E - 9759507N ± 3	
Código de Identificación de la Muestra: 329-19	

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS					
Fecha Inicio	Ensayos			Fecha Final	
20/05/2019	Coliformes Fecales			21/05/2019	
Desviaciones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio: 24.0°C 42.6 %HR		
Parámetro	Temp. Muestra °C	Resultados Unidades	(2) Valores de Referencia	Incertidumbre K=2 ± Unidad	Método de Ensayo
(1) Coliformes fecales (E. Coli)	34.9	4839.2 NMP/100ml	--	--	PEE/IPSOMARY/26-04

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
- (2) Sin criterio de referencia.
- (3) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.


 Ing. Sabina Mera Vélez
 Analista de Laboratorio


 Ing. Marlon Villamar Franco
 Director Técnico



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS: AGUAS
No. 19-300

Fecha de envío: 30 de mayo de 2019
Proviene de: DPL-IPSOMARY-19-330

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
Dirección: Mucho Lote 6ta etapa Mz. 2620 villa 20.	
Persona de Contacto: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua Residual	Fecha/Hora Toma de Muestra: 20 de mayo de 2019 / 09:05
Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual / Simple	Cantidad de Muestra: 100 mL
Norma INEN 2169:2013 / INEN 2176:2013	Muestra Tomada por: Ing. Víctor Vargas
Lugar/Punto de Toma de Muestra: P3	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 20 de mayo de 2019 / 12:20
Salida de agua de PTAR - 10 minutos 17M 0623275E - 9759507N ± 3	
Código de Identificación de la Muestra: 330-19	

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS					
Fecha Inicio		Ensayos		Fecha Final	
20/05/2019		Coliformes Fecales		21/05/2019	
Desviaciones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio: 24.0°C 42.6 %HR		
Parámetro	Temp. Muestra °C	Resultados Unidades	(2) Valores de Referencia	Incertidumbre K=2 ± Unidad	Método de Ensayo
(1) Coliformes fecales (E. Coli)	34.9	4839.2 NMP/100ml	--	--	PEE/IPSOMARY/26-04

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
(2) Sin criterio de referencia.
(3) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.

Ing. Sabina Mera Vélez
Analista de Laboratorio

Ing. Marlon Willamar Franco
Director Técnico



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS: AGUAS
No. 19-301

Fecha de envío: 30 de mayo de 2019
Proviene de: DPL-IPSONARY-19-333

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
Dirección: Mucho Lote 6ta etapa Mz. 2620 villa 20.	
Persona de Contacto: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua Residual	Fecha/Hora Toma de Muestra: 21 de mayo de 2019 / 09:54
Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual / Simple	Cantidad de Muestra: 100 mL
Norma INEN 2169:2013 / INEN 2176:2013	Muestra Tomada por: Ing. Marlon Villamar
Lugar/Punto de Toma de Muestra: P1	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 21 de mayo de 2019 / 10:34
Tanque elevado-Entrada de agua a PTAR 17M 0623275E - 9759507N ± 3	
Código de Identificación de la Muestra: 333-19	

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS					
Fecha Inicio		Ensayos		Fecha Final	
21/05/2019		Coliformes Fecales		22/05/2019	
Desviaciones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio: 25.1°C 46.0 %HR		
Parámetro	Temp. Muestra °C	Resultados Unidades	(2) Valores de Referencia	Incertidumbre K=2 ± Unidad	Método de Ensayo
(1) Coliformes fecales (E. Coli)	34.9	4839.2 NMP/100ml	--	--	PEE/IPSONARY/26-04

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
 (2) Sin criterio de referencia.
 (3) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.


Ing. Sabina Mera Vélez
Analista de Laboratorio


Ing. Marlon Villamar Franco
Director Técnico



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS: AGUAS
No. 19-302

Fecha de envío: 30 de mayo de 2019
Proviene de: DPL-IPSOMARY-19-334

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
Dirección: Mucho Lote 6ta etapa Mz. 2620 villa 20.	
Persona de Contacto: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua Residual	Fecha/Hora Toma de Muestra: 21 de mayo de 2019 / 10:04
Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual / Simple	Cantidad de Muestra: 100 mL
Norma INEN 2169:2013 / INEN 2176:2013	Muestra Tomada por: Ing. Marlon Villamar
Lugar/Punto de Toma de Muestra: E2	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 21 de mayo de 2019 / 10:34
Salida de Agua de PTAR- 10 minutos	
17M 0623275E - 9759507N ± 3	
Código de Identificación de la Muestra: 334-19	

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS					
Fecha Inicio	Ensayos			Fecha Final	
21/05/2019	Coliformes Fecales			22/05/2019	
Desviaciones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio: 25.1°C 46.0 %HR		
Parámetro	Temp. Muestra °C	Resultados Unidades	(2) Valores de Referencia	Incertidumbre K=2 ± Unidad	Método de Ensayo
(1) Coliformes fecales (E. Coli)	34.9	4839.2 NMP/100ml	--	--	PEE/IPSOMARY/26-04

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
 (2) Sin criterio de referencia.
 (3) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.


Ing. Sabina Mera Vélez
Analista de Laboratorio


Ing. Marlon Villamar Franco
Director Técnico



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS: AGUAS
No. 19-313

Fecha de envío: 30 de mayo de 2019
 Proviene de: DPL-IPSOMARY-19-335

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
Dirección: Mucho Lote 6ta etapa Mz. 2620 villa 20.	
Persona de Contacto: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua Residual	Fecha/Hora Toma de Muestra: 21 de mayo de 2019 / 10:09
Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual / Simple	Cantidad de Muestra: 100 mL
Norma INEN 2169:2013 / INEN 2176:2013	Muestra Tomada por: Ing. Marlon Villamar
Lugar/Punto de Toma de Muestra: P3	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 21 de mayo de 2019 / 10:34
Salida de Agua de PTAR- 15 minutos 17M 0623275E - 9759507N ± 3	
Código de Identificación de la Muestra: 335-19	

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS					
Fecha Inicio	Ensayos			Fecha Final	
21/05/2019	Coliformes Fecales			22/05/2019	
Desviaciones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio: 25.1°C 46.0 %HR		
Parámetro	Temp. Muestra °C	Resultados Unidades	(2) Valores de Referencia	Incertidumbre K=2 ± Unidad	Método de Ensayo
(1) Coliformes fecales (E. Coli)	34.9	4839.2 NMP/100ml	--	--	PEE/IPSOMARY/26-04

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
- (2) Sin criterio de referencia.
- (3) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.


 Ing. Sabina Mera Vélez
 Analista de Laboratorio


 Ing. Marlon Villamar Franco
 Director Técnico



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS: AGUAS
No. 19-314

Fecha de envío: 30 de mayo de 2019
 Proviene de: DPL-IPSOMARY-19-338

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
Dirección: Mucho Lote 6ta etapa Mz. 2620 villa 20.	
Persona de Contacto: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua Residual	Fecha/Hora Toma de Muestra: 22 de mayo de 2019 / 15:30
Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual / Simple	Cantidad de Muestra: 100 mL
Norma INEN 2169:2013 / INEN 2176:2013	Muestra Tomada por: Ing. Marlon Villamar
Lugar/Punto de Toma de Muestra: P1	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 22 de mayo de 2019 / 16:12
Tanque Elevado- Entrada de agua a PTAR 17M 0623275E - 9759507N ± 3	
Código de Identificación de la Muestra: 338-19	

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS					
Fecha Inicio	Ensayos			Fecha Final	
22/05/2019	Coliformes Fecales			23/05/2019	
Desviaciones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio: 23.9°C 38.4 %HR		
Parámetro	Temp. Muestra °C	Resultados Unidades	(2) Valores de Referencia	Incertidumbre K=2 ± Unidad	Método de Ensayo
(1) Coliformes fecales (E. Coli)	34.9	241960.0 NMP/100ml	--	--	PEE/IPSOMARY/26-04

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
 (2) Sin criterio de referencia.
 (3) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.


 Ing. Sabina Mera Vélez
 Analista de Laboratorio


 Ing. Marlon Villamar Franco
 Director Técnico



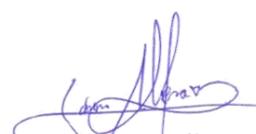
INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS: AGUAS
No. 19-315

Fecha de envío: 30 de mayo de 2019
 Proviene de: DPL-IPSOMARY-19-339

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
Dirección: Mucho Lote 6ta etapa Mz. 2620 villa 20.	
Persona de Contacto: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua Residual	Fecha/Hora Toma de Muestra: 22 de mayo de 2019 / 15:40
Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual / Simple	Cantidad de Muestra: 100 mL
Norma INEN 2169:2013 / INEN 2176:2013	Muestra Tomada por: Ing. Marlon Villamar
Lugar/Punto de Toma de Muestra: P2	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 22 de mayo de 2019 / 16:12
Salida de agua de PTAR - 10 minutos 17M 0623275E - 9759507N ± 3	
Código de Identificación de la Muestra: 339-19	

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS					
Fecha Inicio	Ensayos	Fecha Final			
22/05/2019	Coliformes Fecales	23/05/2019			
Desviaciones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio:		
			23.9°C 38.4 %HR		
Parámetro	Temp. Muestra °C	Resultados Unidades	(2) Valores de Referencia	Incertidumbre K=2 ± Unidad	Método de Ensayo
(1) Coliformes fecales (E. Coli)	34.9	241960.0 NMP/100ml	--	--	PEE/IPSOMARY/26-04

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
 (2) Sin criterio de referencia.
 (3) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.


 Ing. Sabina Mera Vélez
 Analista de Laboratorio


 Ing. Marlon Villamar Franco
 Director Técnico



INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS: AGUAS
No. 19-318

Fecha de envío: 30 de mayo de 2019
 Proviene de: DPL-IPSOMARY-19-340

DATOS DEL CLIENTE	
Nombre: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
Dirección: Mucho Lote 6ta etapa Mz. 2620 villa 20.	
Persona de Contacto: Ing. Marcos G. Cevallos Intriago	
DATOS DE LA MUESTRA	
Tipo de Muestra/Ítem de Ensayo: Agua Residual	Fecha/Hora Toma de Muestra: 22 de mayo de 2019 / 15:45
Tipo toma de Muestra/Procedimiento: Puntual / Simple	Cantidad de Muestra: 100 mL
Norma INEN 2169:2013 / INEN 2176:2013	Muestra Tomada por: Ing. Marlon Villamar
Lugar/Punto de Toma de Muestra: P3	Fecha/Hora de Recepción de Muestra: 22 de mayo de 2019 / 16:12
Salida de agua de PTAR - 15 minutos 17M 0623275E - 9759507N ± 3	
Código de Identificación de la Muestra: 340-19	

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS					
Fecha Inicio		Ensayos		Fecha Final	
22/05/2019		Coliformes Fecales		23/05/2019	
Desviaciones a los Procedimientos: N/A			Con. Amb. del Laboratorio: 23.9°C 38.4 %HR		
Parámetro	Temp. Muestra °C	Resultados Unidades	(2) Valores de Referencia	Incertidumbre K=2 ± Unidad	Método de Ensayo
(1) Coliformes fecales (E. Coli)	34.9	241960.0 NMP/100ml	--	--	PEE/IPSOMARY/26-04

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación por el SAE.
- (2) Sin criterio de referencia.
- (3) Parámetro ACREDITADO cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.


 Ing. Sabina Mera Vélez
 Analista de Laboratorio


 Ing. Marlon Villamar Franco
 Director Técnico

Anexo 2.



Grupo
Uímico
Marcos
Laboratorio Ambiental Acreditado ISO 17 025

INFORME DE ENSAYOS
N° 77320-4



7732006172019000000 Icajape

Guayaquil, 19 DE JUNIO DEL 2019

MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Representante Legal: MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Dirección: Alborada 6ta. etapa Mz670 SL23, Tel. 090824363
Atención : Ing. Macias Julio

DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2019/06/17 / 13:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2019/06/17 / 13:41
Punto e Identificación de la Muestra:	Agua residual 1 - Entrada
Matriz de la muestra:	Agua Residual Doméstica
Muestreo Por/Muestreador/Tipo de Muestreo:	CLIENTE / Cliente / Simple
Duración de Muestreo:	-- --
Coordenadas Geográficas:	-- --
Norma Técnica de muestreo:	No Aplica
Muestreo Actividad Acreditada:	Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

LPM de acuerdo a la Norma ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K+2	L.M.P.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales (1)	>2419,7	NMP/100 ml	---	2000	PEE-GQM-M8-69	2019/06/17 SP

SIMBOLOGÍA:
 --- No Aplica
 <D Menor al Límite Detectable
 N.E. No Efectuado

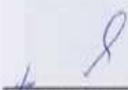
NOMENCLATURA:
 U K+2 Incertidumbre
 E.P.A. Environmental Protection Agency
 S.M. Standard Methods

L.M.P. Límite Máximo Permisible
 P.E.E. Procedimiento específico de Ensayo

(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
 (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
 (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
 (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gub.ec



Q.F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de Calidad

IMPORTANTE:
 Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.



MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Representante Legal: MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Dirección: Alborada 6ta. etapa Mz670 SL23, Tel. 090824363
Atención : Ing. Macias Julio

Guayaquil, 19 DE JUNIO DEL 2019

DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2019/06/17 / 13:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2019/06/17 / 13:41
Punto e identificación de la Muestra:	Zeolita - Toma 1
Matriz de la muestra:	Agua Residual Doméstica
Muestreo Por/Muestreador/Tipo de Muestreo:	CLIENTE / CLIENTE / Simple
Duración de Muestreo:	
Coordenadas Geográficas:	-- --
Norma Técnica de muestreo:	No Aplica
Muestreo Actividad Acreditada:	Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.
LPM de acuerdo a la Norma	ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	L.M.P.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales (1)	>2419,7	NMP/100 ml	---	2000	PEE-GQM-MB-69	2019/06/17 SP

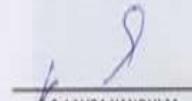
SIMBOLOGÍA:

--- No. Aplica	U K=2 Incertidumbre	L.M.P. Límite Máximo Permisible
<LD Menor al Límite Detectable	E.P.A. Environmental Protection Agency	P.E.E. Procedimiento específico de Ensayo
N.E. No Efectuado	S.M. Standard Methods	

NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.
- (2) Parámetro subcontratado NO Acreditado, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec


Q.F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de Calidad

¡IMPORTANTE!

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.



INFORME DE ENSAYOS

N° 77320-2



7732006172019000000 Icajape

MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Representante Legal: MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Dirección: Alborada 6ta. etapa Mz670 SL23, Tel. 090824363
Atención: Ing. Macias Julio

Guayaquil, 19 DE JUNIO DEL 2019

DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 2019/06/17 / 13:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2019/06/17 / 13:41
Punto e Identificación de la Muestra: Zeolita - Toma 2
Matriz de la muestra: Agua Residual Doméstica
Muestreo Por/Muestreador/Tipo de Muestreo: CLIENTE / CLIENTE / Simple
Duración de Muestreo: --
Coordenadas Geográficas: --
Norma Técnica de muestreo: No Aplica
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

LPM de acuerdo a la Norma

ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	L.M.P.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales (1)	>2419,7	NMP/100 ml	--	2000	PEE-GQM-MB-69	2019/06/17 SP

SIMBOLOGÍA:

--- No Aplica
<LD Menor al Límite Detectable
N.E. No Efectuado

U K=2 Incertidumbre
E.P.A. Environmental Protection Agency
S.M. Standard Methods

L.M.P. Límite Máximo Permisible
P.E.E. Procedimiento específico de Ensayo

NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO, ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Q.F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de Calidad

IMPORTANTE!

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.



MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Representante Legal: MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Dirección: Alborada 6ta. etapa Mz670 SL23, Tel. 090824363
Atención : Ing. Macias Julio

Guayaquil, 19 DE JUNIO DEL 2019

DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 2019/06/17 / 13:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2019/06/17 / 13:41
Punto e identificación de la Muestra: Zeolita - Toma 3
Matriz de la muestra: Agua Residual Doméstica
Muestreado Por/Muestreador/Tipo de Muestreo: CLIENTE / CLIENTE / Simple
Duración de Muestreo:
Coordenadas Geográficas: -- --
Norma Técnica de muestreo: No Aplica
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

UPM de acuerdo a la Norma ANEXO I LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	L.M.P.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales (1)	>2419,7	NMP/100 ml	---	2000	PEE-GQM-MB-69	2019/06/17 SP

SIMBOLOGÍA:

--- No. Aplica

<LD Menor al Límite Detectable

N.E. No Efectuado

NOMENCLATURA:

(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SME.

(2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM

(3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.

(4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcances en www.acreditacion.gob.ec

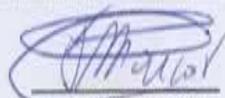
U K=2 Incertidumbre

E.P.A. Environmental Protection Agency

S.M. Standard Methods

L.M.P. Límite Máximo Permisible

P.E.E. Procedimiento específico de Ensayo



Q.F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de Calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.



MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Representante Legal: MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Dirección: Alborada 6ta. etapa Mz670 SL23, Tel. 090824363
Atención : Ing. Macias Julio

Guayaquil, 19 DE JUNIO DEL 2019

DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo:	2019/06/17 / 13:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras:	2019/06/17 / 13:41
Punto e Identificación de la Muestra:	Agua residual 2 - Entrada
Matriz de la muestra:	Agua Residual Doméstica
Muestreo Por/Muestreador/Tipo de Muestreo:	CLIENTE / Cliente / Simple
Duración de Muestreo:	-- --
Coordenadas Geográficas:	-- --
Norma Técnica de muestreo:	No Aplica
Muestreo Actividad Acreditada:	Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.
LPM de acuerdo a la Norma	ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	L.M.P.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales (1)	>2419,7	NMP/100 ml	--	2000	PEE-GQM-MB-69	2019/06/17 SP

SIMBOLOGÍA:

--- No Aplica

<LD Menor al Límite Detectable

N.E. No Efectuado

NOMENCLATURA:

(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.

(2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM.

(3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.

(4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

U K=2 Incertidumbre

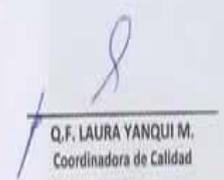
E.P.A. Environmental Protection Agency

S.M. Standard Methods

L.M.P. Límite Máximo Permisible

P.E.E. Procedimiento específico de Ensayo


Q.F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de Calidad

¡IMPORTANTE!

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.



MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Representante Legal: MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Dirección: Alborada 6ta. etapa Mz670 SL23, Tel. 090824363
Atención: Ing. Macias Julio

Guayaquil, 19 DE JUNIO DEL 2019

DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 2019/06/17 / 13:00 / Guayaquil
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2019/06/17 / 13:41
Punto e Identificación de la Muestra: Grava - Salida
Matriz de la muestra: Agua Residual Doméstica
Muestreo Por/Muestreador/Tipo de Muestreo: CLIENTE / Cliente / Simple
Duración de Muestreo: -- --
Coordenadas Geográficas: -- --
Norma Técnica de muestreo: No Aplica
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

LPM de acuerdo a la Norma ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	L.M.P.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales (1)	>2419,7	NMP/100 ml	---	2000	PEE-GQM-MB-69	2019/06/17 SP

SIMBOLOGÍA:

--- No. Aplica

<LD Menor al Límite Detectable

N.E. No Efectuado

NOMENCLATURA:

(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.

(2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM

(3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.

(4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

U K=2 Incertidumbre

E.P.A. Environmental Protection Agency

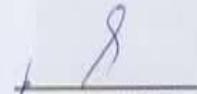
S.M. Standard Methods

L.M.P. Límite Máximo Permisible

P.E.E. Procedimiento específico de Ensayo



Q.F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico



Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de Calidad

IMPORTANTE:

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM



MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Representante Legal: MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Dirección: Alborada 6ta. etapa Mz670 SL23, Tel. 090824363
Atención : Ing. Macias Julio

Guayaquil, 28 DE JUNIO DEL 2019

DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 2019/06/26 / 19:00 / No indica
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2019/06/27 / 09:33
Punto e identificación de la Muestra: Entrada a planta piloto
Matriz de la muestra: Agua Residual Doméstica
Muestreo Por/Muestreador/Tipo de Muestreo: CLIENTE / Cliente / Puntual
Duración de Muestreo: -- --
Coordenadas Geográficas: -- --
Norma Técnica de muestreo: No Aplica
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

LPM de acuerdo a la Norma

ANEXO 1 LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDADES	U K=2	L.M.P.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales (1)	>2419,7	NMP/100 ml	--	2000	PEE-GQM-MB-69	2019/06/27 SP

SIMBOLOGÍA:

---- No. Aplica

<LD Menor al Límite Detectable

N.E. No Efectuado

NOMENCLATURA:

(1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAE.

(2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada Cap. 5 Manual de Calidad de GQM

(3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.

(4) Parámetro subcontratado ACREDITADO; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

U K=2 Incertidumbre
E.P.A. Environmental Protection Agency
S.M. Standard Methods

L.M.P. Límite Máximo Permisible
P.E.E. Procedimiento específico de Ensayo

Q.F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de Calidad

¡IMPORTANTE!

Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.



MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Representante Legal: MACIAS TRIVIÑO JULIO GUSTAVO
Dirección: Alborada 6ta. etapa Mx670 SL23, Tel. 090824363
Atención: Ing. Macias Julio

Guayaquil, 28 DE JUNIO DEL 2019

DATOS DE MUESTREO

Fecha/Hora/Lugar de Muestreo: 2019/06/26 / 20:30 / No indica
Fecha/Hora Recepción Muestras: 2019/06/27 / 09:23
Punto e Identificación de la Muestra: Salida de planta piloto
Matriz de la muestra: Agua Residual Doméstica
Muestreado Por/Muestreador/Tipo de Muestreo: CLIENTE / Cliente / Puntual
Duración de Muestreo: -- --
Coordenadas Geográficas: -- --
Norma Técnica de muestreo: No Aplica
Muestreo Actividad Acreditada: Muestreo de Aguas Naturales y Residuales. Parámetros: DBO, DQO, Aceites y Grasas, TPH, Fenoles, ST y SST.

LPM de acuerdo a la Norma ANEXO I LIBRO VI TULSMA ACUERDO 097-A TABLA 9 LIMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

MICROBIOLOGÍA

PARÁMETRO	RESULTADO	LINIDADES	U K=2	L.M.P.	MÉTODO	ANALIZADO POR
Coliformes Fecales (1)	2419,60	NMP/100 ml	--	2000	PEE-GQM-MB-69	2019/06/27 SP

SIMBOLOGÍA:

--- No Aplica
<LD Menor al Límite Detectable
N.E. No Efectuado
U K=2 Incertidumbre
E.P.A. Environmental Protection Agency
S.M. Standard Methods

L.M.P. Límite Máximo Permisible
P.E.E. Procedimiento específico de Ensayo

NOMENCLATURA:

- (1) Parámetro NO INCLUIDO en el alcance de acreditación ISO 17025 por el SAL.
- (2) Parámetro subcontratado NO ACREDITADO, competencia evaluada en el Manual de Calidad de GQM.
- (3) Parámetro acreditado cuyo resultado está FUERA DEL ALCANCE de acreditación.
- (4) Parámetro subcontratado ACREDITADO, ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

Q.F. FERNANDO MÁRCOS V.
Director Técnico

Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de Calidad

IMPORTANTE:
Los resultados de este informe de ensayo sólo son aplicables a las muestras analizadas; PROHIBIDA su reproducción total o parcial sin autorización escrita de GQM.

Anexo 3.



FILTROCEL

Filtrante de agua

1.- IDENTIFICACIÓN DEL PRODUCTO

Nombre Químico	Aluminosilicatos altamente cristalizados
Nombre Comercial del producto	FILTROCEL
Nombre Común del Mineral	Zeolita Natural
Nombre Científico	Tamiz molecular
Presentación	Granulado (0.7 a 26 mm) en grupos granulométricos
Formula Química	SiO ₂ , Al ₂ O ₃ , Fe ₂ O ₃ , MgO, H ₂ O
IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	
Dirección	Km 50 via a la Costa (sector Cerecita)
Telefax	(593) 42692752- (593) 99 110 587
E-mail	zeonatec@gmail.com
USOS DE LA SUSTANCIA	<p style="text-align: center;">FILTRO MOLECULAR DE AGUAS</p> <p>Filtros de piscinas, parques acuáticos y acuarios Recuperación de aguas industriales y/o servidas Retención y captura de metales pesados Ablandamiento de aguas para riego y uso agrícola Absorbente de gases tóxicos y limpieza de ambiente Tratamiento de aguas de desecho industrial Potabilización de aguas para uso humano Separación de humedad en medios gaseosos Filtración de aguas con residuos petroleros y grasosos Absorción de aceites y medios acuosos</p>

FICHA TÉCNICA

1.- COMPOSICION DEL PRODUCTO

Tipo	%	CIC	Elementos componentes
Clinoptilolita	87	112 - 118	Ver análisis de laboratorio

3.- IDENTIFICACION DEL PELIGRO

Producto considerado como No Peligroso. Al manipular el producto en macropartículas se debe tomar medidas anti contaminación y de corte de la piel, es un cristal o vidrio de origen volcánico.

4.-PRIMEROS AUXILIOS

Contacto con los ojos	Lavar inmediatamente con agua
Contacto con la piel	Lavar con agua la zona afectada.
Inhalación	Apartar de la fuente de exposición.
Ingestión	No provocar el vómito, lavar la boca y dar de beber agua.
Recomendaciones Generales	Utilizar equipos de protección individual durante su manipulación.



www.zeonatec.com
 info@zeonatec.com
 zeonatec@gmail.com



FILTROCEL

Filtrante de agua

FICHA TÉCNICA

5.-MEDIDAS CONTRA INCENDIOS

Riesgos Especiales de incendio y/o explosión	No combustible
Agentes de extinción adecuados	Utilizar los agentes extintores de acuerdo al tipo de fuego del medio circundante.
Sensibilidad a las cargas estáticas	Se requiere protección contra las cargas electrostáticas durante su manipulación.
Equipos de protección personal	Usar prendas de protección, gafas, traje, botas de goma, máscara facial para evitar salpicaduras.

6.-MEDIDAS PARA FUGAS O DERRAMES ACCIDENTALES

Método de limpieza o recogida	Recoger el producto y trasvasar a contenedores adecuados, el producto residual admite su recuperación y reciclado. Limpiar o barrer la zona.
Precauciones Medioambientales	No necesarias
Precauciones personales	Utilizar equipos adecuados para evitar contacto.
Otras indicaciones	Las de uso general

7.-MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO

Manipulación	Protegerse con equipos de protección personal adecuados.
Almacenamiento	Almacenar en lugar seco y libre de contaminantes.
Envases	Cualquier material Mantener bien cerrados los envases

8.-CONTROL DE EXPOSICIÓN / PROTECCION PERSONAL

Información general	Manipular con cuidado
Límites de exposición	Las de uso general
Protección respiratoria	Si la ventilación es insuficiente utilizar mascarillas de protección en caso de polvo.
Protección de las manos	Utilizar guantes de protección de cualquier material.
Protección de la piel	Utilizar ropa de trabajo adecuada
Protección de los ojos	Utilizar gafas de seguridad cerradas o pantallas faciales.



www.zeonatec.com
info@zeonatec.com
zeonatec@gmail.com



FILTROCEL

Filtrante de agua

FICHA TÉCNICA

14.-INFORMACION PARA EL TRANSPORTE

Producto no peligroso	Transportar unitarizado	Usar vía marítima, aérea o terrestre	
Embalaje apropiado	Marcas las necesarias	No recomendable como carga suelta	No transportar con productos contaminantes
Transporte por carretera y ferrocarril		Transporte por vía aérea	
Es absorbente	En contacto permanente es abrasivo	Soporta presión	Soporta temperatura
Manipulación	No restringido	No explosivo	No peligroso

15.-OTRAS INFORMACIONES

Entrenamientos y emergencias	Instrucciones al personal sobre los riesgos del producto.
Usos no recomendados	Mezclar con ácidos
Cualquier producto químico puede ser manejado en condiciones seguras, si se conocen sus propiedades físicas y químicas y se utilizan las medidas y prendas de protección adecuadas.	
Principales fuentes bibliográfica general en libros especializados e Internet.	

La información contenida en esta ficha técnica y hoja de seguridad esta basada en nuestro estado de conocimiento y son una guía para el usuario, intentando reflejar en la misma el estado actual de la técnica pero que, de ningún modo puede comprometer nuestra responsabilidad.

ZEONATEC S.A.
 Minerales y Soluciones
 Oficina: Cda. Albatros Calle Pinzón #218
 Telefax: (593) 42692752
 Guayaquil - Guayas
 web: www.zeonatec.com
 email: info@zeonatec.com



www.zeonatec.com
 info@zeonatec.com
 zeonatec@gmail.com



FILTROCEL

Filtrante de agua

FICHA TÉCNICA

9.-PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

Estado físico	Granulado
Color	Verde azulado
Olor	Inodoro
PH solución acuosa al 5%	7,9
Solubilidad en agua (20°C)	<1000 mg/litro
Densidad aparente	300-400 Kg./m3:compactada 520 Kg./m3
Punto de fusión/reblandecimiento	Estable a 1300 grados Celsius /No aplicable
Higroscopicidad	El producto es Higroscópico

10.-ESTABILIDAD Y REACTIVIDAD

Estabilidad	El producto es estable
Condiciones a evitar	Ninguna conocida
Productos de la descomposición	Ninguno

11.-INFORMACION TOXICOLÓGICA

Toxicidad aguda	Ninguna
Efectos locales:	No aplica
Peligro de sensibilización	No sensibiliza
Toxicidad reproductiva	No aplicable

12.-INFORMACION ECOLÓGICA

Adoptar buenas prácticas en el trabajo, para obtener resultados esperados aplicar con dirección técnica y mantener registro de información.

Toxicidad acuática:	No aplicable
---------------------	--------------

13.-CONSIDERACIONES PARA LA ELIMINACION

El producto no está considerado como residuo peligroso.
Recoger si es posible. En todo caso cumplir con las leyes y condiciones vigentes.



www.zeonatec.com
info@zeonatec.com
zeonatec@gmail.com