UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

TRABAJO DE TITULACION

PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE MAGÍSTER EN

GESTIÓN AMBIENTAL

TEMA

INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL, "UTILIZACION DE LA LIPARITA O VULCANITA PARA LA REDUCCIÓN DE PARÁMETROS O INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS"

AUTOR:

ING. STIVEN EDUARDO SÁNCHEZ FLORES

TUTOR:

ING. QUÍM. TITO MURILLO CACHO, MSC.

GUAYAQUIL – ECUADOR

NOVIEMBRE - 2016

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TRABAJO DE TITULACIÓN		
"INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL, "UTILIZACION DE LA PIEDRA LIPARITA O VULCANITA PARA LA REDUCCIÓN DE PARÁMETROS O INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS".		
	REVISORES: Ing. Sandra Peña Murillo MSc.	
INSTITUCIÓN: Universidad de Guayaquil	**FACULTAD:** Ingeniería Química	
CARRERA: Maestría en Gestión Ambiental		
FECHA DE PUBLICACIÓN: 15 Noviembre 2016	**N° DE PÁGS.:** 62	
ÁREA TEMÁTICA: Tratamiento de Aguas Residuales Domestica.		
PALABRAS CLAVES: Investigación experimental, Filtro , Utilización de la pumita o liparita		

RESUMEN: El presente estudio recoge la caracterización y eficiencia en la remoción de la materia orgánica, medida como la demanda bioquímica de oxígeno, la demanda química de oxígeno, fósforo total, nitrógeno total y sólidos suspendidos, a la salida de un filtro, utilizando como lecho filtrante la piedra volcánica denominada pumita o liparita.

Los parámetros físicos y químicos del agua tomada de la fuente antes que ingrese al filtro y los parámetros del efluente que sale del filtro con el lecho filtrante propuesto en este estudio, como es la pumita, fueron evaluados de acuerdo a los parámetros especificados en la normativa ambiental vigente . Acuerdo ministerial Nª 083B; 097-A; 140 Noviembre 2015.

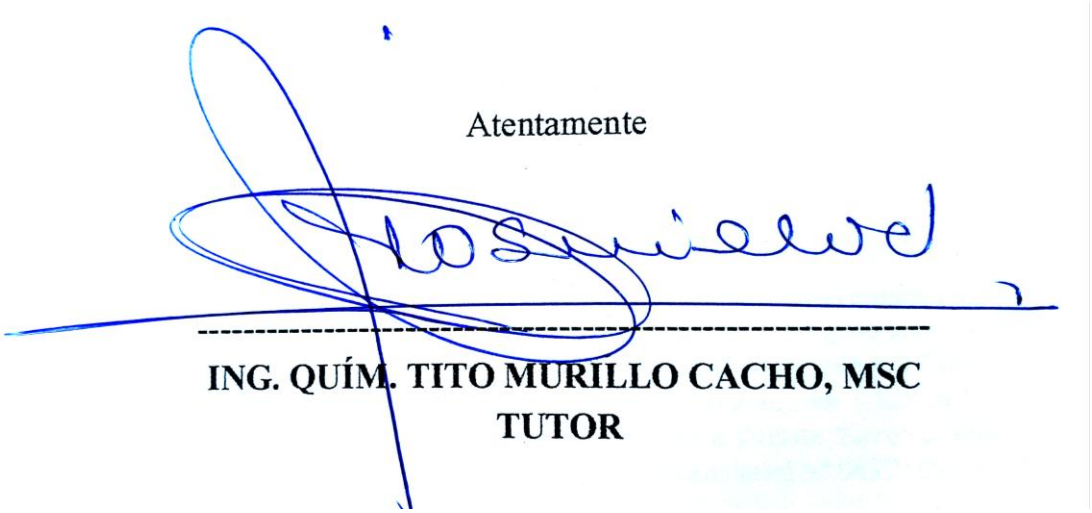
El presente estudio propone incorporar a los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales domésticas que complementan el proceso de depuración aplicando la operación unitaria de filtración como su etapa final para reducir los indicadores contaminantes del efluente antes de que éste sea descargado al ambiente receptor, la utilización de la piedra volcánica pumita, liparita o pómez, como lecho filtrante, a fin de que sea considerada como alternativa viable para mejorar la calidad del agua de retorno y su reuso del efluente en actividades permitidas o proponer un tratamiento terciario para la remoción de nutrientes

N° DE REGISTRO(en base de datos):	**N° DE CLASIFICACIÓN:** **Nº**
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):	

ADJUNTO PDF	**SI** [X]	**NO** [ ]
CONTACTO CON AUTOR:	**Teléfono:** 316525- 0986949520	**E-mail:** s_sanchez_ flores@hotmail.com
CONTACTO DE LA INSTITUCIÓN	**Nombre:**	
	Teléfono:	

CERTIFICACION DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del estudiante Ing.civ. Sànchez Flores Stiven Eduardo, del Programa de Maestría en Gestión Ambiental, nombrado por el decano de la facultad de Ingeniería Química CERTIFICO: que el estudio de caso del examen normal titulado ***INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL, "UTILIZACION DE LA LIPARITA O VULCANITA PARA LA REDUCCIÓN DE PARÁMETROS O INDICADORES FÍSICOS, QUÍMICOS DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS",*** en opción al grado académico de Magister en Gestión Ambiental, cumple con los requisitos académicos, científicos y formales que establece el reglamento aprobado para tal efecto.



ING. QUÍM. TITO MURILLO CACHO, MSC
TUTOR

Guayaquil, 15 noviembre de 2016

AGRADECIMIENTO

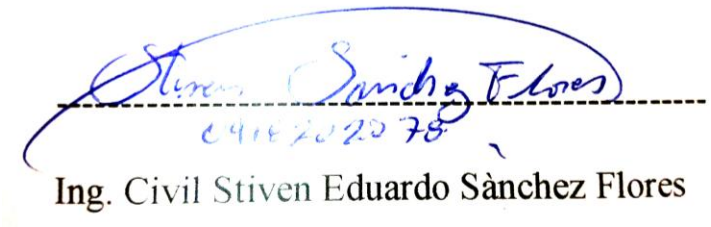
Agradezco a mi creador que me dio la oportunidad de vivir en esta vida que no la cambiaría por nada de este mundo, a mi madre a mis hermanos a mi tía, y a todos a los que me ayudaron a concretar lo que me había propuesto.

DEDICATORIA

Este trabajo es dedicado a mi madre Fanny Flores Díaz a mi hermano Alex Sànchez Flores a mi tía Julia Estelita Díaz a mis abuelitas familiares y amigos que me ayudaron en el transcurso de la carrera.

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este trabajo de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio de la misma a la UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL".



Ing. Civil Stiven Eduardo Sànchez Flores

INDICE DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 1

ANTECEDENTES. 3

JUSTIFICACIÓN 5

OBJETIVO GENERAL 6

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6

HIPÓTESIS 6

RESULTADOS ESPERADOS 6

MARCO LEGAL 7

CAPITULO I 8

MARCO TEORICO 8

1.- Historia de la pumita 8

1.1.-Exploración Y Procesamiento De Pumita 9

1.2.-Composición Química De La Pumita 10

1.3.-Principales Minerales No Metálicos Explotados En El Ecuador 10

1.4.-Pumita Y Material Pétreo 11

1.5.- Características De La Pumita 12

Tabla No. 1 Producción Anual De Pumita 12

1.6.-Producción Anual De Pumita 13

Tabla No. 2 Producción Anual De Pumita 13

1.7.-Aguas Residuales. 13

1.7.1.-Origen de las aguas residuales 13

1.7.2.-Aguas residuales domésticas. 14

1.7.3.-Sistema de tratamiento para pequeñas comunidades. 16

1.7.4.-Problemas específicos asociados a las pequeñas comunidades. 16

1.7.5.-Características físico-químicas del agua residual. 17

1.7.6.- Características Físicas. 17

1.8..-Sistema de depuración 18

1.8.1.-Acciones físicas 18

1.8.2.-Acciones químicas: 18

1.8.3.-Selección de los parámetros de control 18

1.8.4.-pH/Temperatura 19

1.8.5.-DBO/DQO 20

Fuente: JLRA, 2012 25p 21

1.8.5.1.-Biodegradabilidad 21

1.8.6.-Sólidos suspendidos 22

1.8.7.-Nitrógeno/Fósforo 22

1.9.- Sistemas de dosificación y distribución 23

1.10.- Muestras De Aguas Residuales Domesticas 23

1.10.1.- Puntos de recolección de muestras 23

1.10.2.- Frecuencia de análisis de las muestras 24

1.10.3.-Selección del tipo de muestra 24

1.10.4.--Volumen de la muestra 25

1.10.5.- Medición de caudales 25

1.10.6.-Métodos para la medición de caudales 25

1.10.7.-Método aforo volumétrico 26

1.10.8.-Sistema de recolección de aguas residuales domésticas 26

1.11.- Áreas de aplicación 27

1.12.-Proceso de filtración 27

1.13.-Componentes del filtro piloto de pumita 29

1.14.-Estructura de entrada 31

1.14.1.-Sobrenadante 31

1.14.2.-Cámara para el lecho filtrante. 31

1.14.3.- Cámara y sistema para el drenaje para el agua residual filtrada 32

1.15.- Granulometría de la pumita. 32

1.15.1.-Granulometría de la pumita utilizada como lecho filtrante. 33

1.16.- Equipos utilizados para la determinación de los parámetros en el laboratorio.34

1.16.1 El Autoclave: 34

1.16.2.-La campana de flujo laminar. 34

1.16.3.-Incubadora. 34

1.16.4.- Jarra de anaerobiosis. 35

1.16.5.- Microscopio 35

1.17.- Potenciales Impactos Ambientales 37

CAPITULO II 40

MARCO METODOLOGICO 40

2.- MODO INVESTIGATIVO 40

2.1- Tipo de Investigación. 41

2.2.- Características del Área De Estudio. 41

2.3.-Descripción y funcionamiento 42

2.5.- Medición del caudal de entrada 45

2.6.- Filtración 46

2.8.-Aplicaciones 50

2.8.1.-Ventajas 50

2.8.2.-Desventajas 51

CAPITULO III 52

RESULTADOS 52

3.- Análisis e Interpretación De Resultados 52

3.1.- Caracterización del Afluente (entrada al filtro) 52

3.2.-Análisis Físico –Químico del Efluente (salida del filtro) 53

CONCLUSIONES 57

RECOMENDACIONES 58

BIBLIOGRAFIA 59

RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO 64

FOTO POZO SEPTICO 69

FOTO CANTERA 70

FOTOS DE FILTRO EN FUNCIONAMIENTO 71

FOTO DE TOMA DE MUESTRAS DEL AFLUENTE 72

FOTO DE TOMAS DE MUESTRA EN EL EFLUENTE 73

INDICE DE FIGURAS

Figura No.-1 Piedra pómez típica, con la estructura espumosa claramente visible.9

Figura No.- 2 Cantera de pumita en el Distrito Metropolitano de Quito 9

Figura No.3 Estructura de la pumita 10

Figura No.4 Porosidad de la pumita 11

Figura No.5 Tratamiento experimentales con material filtrante 16

Figura No. 7 Recolección y filtración de aguas residuales domesticas 27

Figura No.8 Filtro piloto de pumita 29

Figura No. 9 Dimensiones del filtro piloto de pumita 30

Figura No.10 Curva granulométrica de la pumita 33

Figura No. 11 Granulometria utilizada en el filtro piloto 33

Figura No.- 12 Ubicación geográfica 42

Figura No.- 13 Cámara de agua para recibir el agua residual 43

Figura No.- 14 Paso del afluente por el lecho filtrante 43

Figura No.- 15 Pozo séptico 44

Figura No.- 16 Imagen de tomas para aforo volumétrico. 45

Figura No. 17 Esquema de velocidad de filtración 47

Figura No. 18 Tomas de muestras de la entrada en diferentes horarios (Afluente)48

Figura No. 19 Tomas de muestras de la salida en diferentes horarios (Efluente) 49

INDICE DE TABLAS

Tabla No. 1 Producción Anual De Pumita 12

Tabla No. 2 Producción Anual De Pumita 13

Tabla No. 3 Composición típica de aguas residuales domésticas 15

Tabla No.4 Parámetros de control 19

Tabla No 5 Concentra De La Materia Orgánica En Aguas Residuales Domesticas 21

Tabla No 6 Parámetros de Biodegradabilidad de Aguas Residuales Domesticas 21

Tabla No. 7 Aforo volumétrico 26

Tabla No. 7 Aforo volumétrico 45

Tabla No. 8 Velocidad de filtración 47

TABLA No. 9 caudal de muestras de la salida en diferentes horarios (Efluente) 49

Tabla No. 10 Rendimiento del filtros piloto de piedra liparita. 51

Tabla No. 11 Métodos utilizados para la determinación de los parámetros 53

Tabla No 12 Muestra agua residual doméstica (afluente). 53

Tabla No 13 Muestra agua residual doméstica (efluente) 54

Tabla No 14 Muestra agua residual doméstica (efluente) 54

Tabla No. 15 Muestra agua residual doméstica (efluente) 55

Tabla No. 16Muestra agua residual doméstica (efluente) 55

Tabla No. 17 Resultados de laboratorio Obtenido del Filtro 56

GLOSARIO

Aforar	Medir la cantidad de agua que lleva un fluido por unidad de tiempo.
Afluente	Caudal de agua que llega a una planta o unidad de tratamiento.
Agua residual	Las aguas que han recibido uso y cuyas características han sido modificadas.
Carga	El resultado de multiplicar el caudal por la concentración determinados en el efluente y expresado en kilogramos por día.
Caudal	Cantidad de fluido que pasa en una unidad de tiempo.
Coeficiente	Factor multiplicativo vinculado a ciertos elementos matemáticos.
Cuerpo receptor	Embalse natural, lago, laguna, río, quebrada, manantial, humedal, estuario, estero, manglar, pantano, aguas costeras y aguas subterráneas donde se descargan aguas residuales.
DBO	Demanda bioquímica de oxígeno. La medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxigeno utilizado en la oxidación bioquímica de la materia orgánica biodegradable durante un periodo de cinco días y una temperatura de 20°C. Se representa como DBO5.
DQO	Demanda química de oxígeno. La medida indirecta del contenido de materia orgánica e inorgánica oxidable en aguas residuales, que se determina por la cantidad de oxigeno equivalente de oxígeno utilizado en la oxidación química. Se representa como DQO.

Diámetro	Línea recta que pasa por el centro del círculo y termina por ambos extremos en la circunferencia.
Diferencial de presión	Diferencia entre un determinado valor de presión y otro utilizado como referencia.
Efluente	Caudal de agua tratada que sale de una planta o unidad de tratamiento.
Energía cinética	Energía que posee el elemento fluido debido a su velocidad.
Eutrofización	Proceso de disminución de la calidad de un cuerpo de agua como consecuencia del aumento de nutrientes, lo que a su vez propicia el desarrollo de microorganismos y limita la disponibilidad de oxígeno disuelto que requiere la flora y fauna.
Fluido	Sustancia o medio continuo que se deforma continuamente en el tiempo ante la aplicación de una solicitación o tensión tangencial, sin importar la longitud de ésta.
Flujo	Movimiento de una sustancia líquida o gaseosa.
Muestra	Parte representativa, a analizar del agua residual o agua para reuso.
Piezómetro	Instrumento que mide la presión de un fluido en un punto.
Presión	Magnitud física que mide la fuerza por unidad de superficie.
Viscosidad	Oposición de un fluido a las deformaciones tangenciales.
Volumen	Cantidad de espacio que ocupa un cuerpo

RESUMEN

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como finalidad eliminar los contaminantes presentes en el agua, por lo tanto, el objetivo del tratamiento de las aguas residuales es producir un efluente reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reutilización. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables.

El presente estudio recoge la caracterización y eficiencia en la remoción de la materia orgánica, medida como la demanda bioquímica de oxígeno, la demanda química de oxígeno, fósforo total, nitrógeno total y sólidos suspendidos, a la salida de un filtro, utilizando como lecho filtrante la piedra volcánica denominada pumita.

Los parámetros físicos y químicos del agua muestra tomada de la fuente antes que ingrese al filtro y los parámetros del efluente que sale del filtro con el lecho filtrante propuesto en este estudio, como es la pumita, fueron evaluados de acuerdo a los parámetros especificados en la normativa ambiental vigente.

El presente estudio propone incorporar a los sistemas convencionales de tratamiento de aguas residuales domésticas que complementan el proceso de depuración aplicando la operación unitaria de filtración como su etapa final para reducir los indicadores contaminantes del efluente antes de que éste sea descargado al ambiente receptor, la utilización de la piedra volcánica pumita, liparita o pómez, como lecho filtrante, a fin de que sea considerada como alternativa viable para mejorar la calidad del agua de retorno y su reuso del efluente en actividades permitidas o proponer un tratamiento terciario para la remoción de nutrientes.

ABSTRACT

The treatment of water waste consists in a series of processes physical-chemical and biological that are intended to eliminate contaminants presentities in the water, therefore, the aim of the treatment of wastewater is to produce a reusable effluent on the environment and a solid residue or sludge (also called biosolid or sludge) suitable for disposal or reuse. It is very common to call it wastewater treatment to distinguish it from the drinking water treatment.

He present study collects the characterization and efficiency in the removal of it matter organic, measure as it demand biochemical of oxygen, it demand chemical of oxygen, phosphorus total, nitrogen total and solid suspended, to the output of a filter, using as bedding filter it stone volcanic called pumita.

Them parameters physical and chemical of the water shows taken of it source before enter to the filter and them parameters of the effluent that sale of the filter with the bedding filter proposed in this study, as is it pumita, were evaluated according to the parameters specified in the normative environmental existing.

The present study proposes to incorporate into the conventional systems of treatment of domestic sewage that complement the process of debugging by applying unitary filtration operation as its final stage to reduce pollutant indicators of the effluent before it is discharged to the receiving environment, the use of volcanic stone pumita, liparita or pumice, as filter bed, to be considered as a viable alternative for the improvement of return water and its reuse of the effluent in permitted activities or propose a tertiary treatment for the removal of nutrients.

INTRODUCCIÓN

En concordancia con la información investigada se puede corroborar que el 70% de los ríos en el Ecuador se encuentran en estado crítico, puntualizando la causa principal de contaminación el vertido de líquidos y residuos sólidos urbanos así como descargas de industrias. La consecuencia más perjudicial se da en relación a la aparición y proliferación de enfermedades en la población humana. (Muestreo realizado por el Programa VLIR NETWORK Ecuador en noviembre del 2013).

En comunidades pequeñas que no se encuentran conectadas a una red de alcantarillado sanitario, el afluente de las residencias individuales y otras instalaciones en la zona, dependerá del sistema de tratamiento y costos con que cuente la comunidad para poder sustentarlo. A pesar de que se emplean varios tipos de sistemas in situ, como los tanques separadores de grasas, tanques imhoff, filtros de medio granular, lechos y pozos de infiltración, etc. El sistema típico utilizado en el área rural es la fosa séptica, el cual es un tanque prefabricado que permite la eliminación de flotantes y la sedimentación, actuando como un digestor anaerobio sin mezclado ni calentamiento, el tratamiento final y evacuación del efluente, es por percolación en el terreno.

La importancia de la calidad del agua ha tenido un lento desarrollo, en los países de América Latina y especialmente en el Ecuador. En el 2001 se empieza a reconocer al agua como origen de enfermedades infecciosas y se da énfasis al saneamiento y con ello al tratamiento de las aguas residuales en pequeñas y medianas comunidades, para tratar de disminuir la contaminación de los cauces naturales, se pone inicialmente énfasis en los sistemas convencionales de tratamiento, pero por sus elevados costes de construcción y por su complejo mantenimiento se los desecha.

En muchas comunidades urbanas y rurales del Ecuador, con poblaciones pequeñas y medianas, las aguas provenientes de los alcantarillados sanitarios, consideradas residuales o negras, son descargadas directamente a los cuerpos hídricos sin haber recibido un tratamiento adecuado para su depuración. Al verter estas aguas directamente a los cauces naturales, se contamina no solo el sitio donde se realiza la descarga sino que va contaminando, por efecto de la corriente, durante todo su recorrido hasta aguas abajo. El agua contaminada es utilizada como fuente de abastecimiento, por todas las poblaciones asentadas a orillas del cauce, para satisfacer sus necesidades principales como es el aseo personal, preparación de sus comidas, lavado de ropa, lavado del menaje de cocina e inclusive, para beber, generando que el porcentaje de enfermedades de origen hídrico sea cada vez mayor poniendo en riesgo la salud de sus habitantes. Actualmente existen numerosas alternativas de tratamiento de aguas residuales, sin embrago, el desconocimiento sobre el funcionamiento, operación y mantenimiento, así como su baja adaptación al medio, la baja capacidad local para su sostenimiento y manejo, han conducido a la implementación de sistemas inoperantes que no han funcionado como se esperaba, lo que ha traído consigo su abandono. (http://www.eluniverso.com/estudio/2013/09/15/nota/1439796/descargas-aguas-negras-aun-mas-grave-estero)

Las aguas residuales son generadas por residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Éstas pueden ser tratadas dentro del sitio en el cual son generadas (por ejemplo, tanques sépticos u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías –y eventualmente bombas– a una planta de tratamiento municipal.

Visto de una perspectiva mundial existe capacidad inadecuada del tratamiento de las aguas residuales, especialmente en países poco desarrollados. Esta circunstancia ha existido desde,

por lo menos, en los años 70 y es debido a la superpoblación, a la crisis del agua y al costo de construir sistemas de tratamiento de aguas residuales.

El resultado del tratamiento inadecuado de las aguas residuales es un aumento significativo de la mortalidad, sobre todo de enfermedades prevenibles; por otra parte, este impacto de la mortalidad es particularmente alto entre los infantes y otros niños en países subdesarrollados, particularmente en los continentes de África y de Asia.

El estudio del consorcio alemán Lamheyer Cimentaciones determino que el 65% de la contaminación de los estero proviene de los desechos domésticos de las viviendas ubicadas en las riveras del estero y el 35% de los desechos o sedimentos industriales. Lamheyer recomendó que se intercepten las aguas negras y que se las conecte al alcantarillado sanitario para que desfoguen en el río Guayas o en afluentes como el Daule. Consorcio Alemán Lamheyer Cimentaciones, (2013).

ANTECEDENTES.

Mientras cursaba la Maestría de Gestión Ambiental en el año 2013, trabajaba en el área de fiscalización para la Asociación ACOTECNIC – FVL, en el área Fiscalizacion de la Construcción del Sistema de Alcantarillado Sanitario para los Sectores AS-19 expansión Aguas Servidas y ES-7 expansión Aguas Servidas Mapasingue Oeste, trabajo que consistía en construir un sistema integral de aguas servidas con instalación de tuberías para aguas servidas y conexiones intra-domiciliarias, además de eliminar los pozos sépticos existente en el sector.

Ejecutando mi trabajo pude observar que en el sector habían construido pozos sépticos de ladrillos y pozos sépticos de bloque de piedra pómez, los cuales presentaban unas características especiales que llamó mi atención; de los pozos de ladrillos emanaban malos

olores y presentaban una coloración muy oscura, producto del material orgánico putrefacto adherido a sus paredes, mientras que de los pozos construidos con bloques de piedra pómez fluía agua medianamente clara y en sus paredes se denotaba la presencia de lama verde tipo alga y poco o nada de olores persistentes.

Esta experiencia conllevó a que revisara las aplicaciones de filtros dinámicos o intermitentes unifamiliares aprobados por Interagua y Emapag, que eran conformados por un tanque perforado en el fondo relleno hasta la mitad con piedra caliza menor a ¾", que son nada más y nada menos que lechos de calizas, estos tanque a veces eran enterrados a una profundidad máxima de un metro y otros superficiales con un tubo de salida en la parte inferior.

Con esta inquietud, decidí aplicar esta experiencia en una de las zonas de la Cooperativa Enner Parrales, en las que se presentaba un problema similar, es decir, Un pozo séptico saturado y roto que emanaba agua servida y malos olores, convirtiéndolo en una fuente de contaminación de consideración para la salud de sus habitantes y al medio ambiente.

Para tal efecto construí una caja de bloques de piedra pómez y lo rellené del mismo material pero molido, aproximadamente de 30 a 40cm de profundidad y unos 40cm de ancho por 8m de largo. Luego de algunos días consulte con los habitantes del sector me hicieron conocer que la situación era diferente: habían desaparecido los malos olores y el agua que emanaba era parcialmente clara y aparentemente limpia.

Con estos antecedentes y en función de su bajo coste y fácil operación y mantenimiento, decidí ampliar mi investigación a fin de determinar, experimental y técnicamente, la eficiencia de este material como lecho filtrante, al mismo tiempo de aprovecharla como una oportunidad para desarrollar mi investigación como tesis de grado previo la obtención del

título de Magíster en Gestión Ambiental, considerando el gran aporte que generaría a la salud y al medio ambiente.

JUSTIFICACIÓN

La generación de aguas residuales domésticas es una actividad inevitable dentro del comportamiento habitual de los seres humanos. El problema principal de esta actividad radica fundamentalmente, en que las aguas residuales sean domésticas, industriales o de otra índole sean revertidas al ecosistema, cargadas de agentes contaminantes que generalmente son tóxicos, patógenos, persistentes y acumulables en los organismos de los seres vivos, afectando seriamente la salud humana y la biodiversidad acuática y terrestre.

Habiéndose hecho conciencia y reconocido al agua contaminada como un factor determinante en la afectación de la salud y el medio ambiente, se han implementado normativas y regulaciones para limitar las concentraciones de los indicadores contaminantes en los efluentes, con el uso de sistemas de tratamiento.

En los tratamientos convencionales se han venido utilizando como lechos filtrantes, la arena, antracita, carbón activado y hasta resinas sintéticas con resultados positivos en cuanto a eficiencia, pero con ciertas desventajas respecto de sus elevados costos, limitaciones para proveerse, canteras en sitios lejanos, etc.

En el estudio que presento a consideración, es la investigación del comportamiento de la piedra volcánica denominada liparita o vulcanita como lecho filtrante en las operaciones unitarias de filtración, a fin de justificar su uso como una alternativa viable para reducir los parámetros o indicadores contaminantes de las aguas residuales domésticas que se revierten a los cuerpos hídricos, minimizando los riesgos de contaminación que afectan el ecosistema acuático y priorizando el cumplimiento de las regulaciones ambientales ecuatorianas.

OBJETIVO GENERAL

Utilizar la piedra liparita como lecho filtrante para reducir los indicadores físico-químicos de las aguas residuales domésticas.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evaluar el sistema de filtración de aguas residuales domésticas utilizando la piedra liparita o vulcanita como lecho filtrante.

Determinar que los parámetros físicos y químicos del agua residual doméstica filtrada en un lecho de pumita, se encuentra dentro de los límites permisibles exigidos por la normativa ambiental vigente., Acuerdo ministerial No.- 083B; 097A; 140 Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Noviembre del 2015.

HIPÓTESIS

Realizando la filtración de las aguas residuales domésticas con la piedra liparita o vulcanita como lecho filtrante, reducirá los parámetros e indicadores de contaminación en un porcentaje igual o mayor a los lechos filtrantes convencionales. Demostrando así su eficiencia.

RESULTADOS ESPERADOS

Presentación de resultados y formulación de conclusiones obtenidas de la investigación experimental del lecho filtrante propuesto, su comportamiento con las aguas residuales domésticas y su capacidad para reducir los indicadores contaminantes físicos y químicos.

MARCO LEGAL

Constitución Política de la República del Ecuador, publicada en el R.O. No.- 449 del 20 de octubre del 2008. Art.14 y 15.

Título del régimen del buen vivir, capítulo II Biodiversidad y recursos naturales, sección II Ambiente sano; Art.: 396; 397; 398; 399.

Acuerdo 061- Reforma TULSMA Libro VI – Registro Oficial 316 del 4 de mayo del 2015.

Ley orgánica de la salud, Registro Oficial Suplemento No.- 423 del 22 de diciembre del 2006.

Codificación de la Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, publicada en el Registro oficial Suplemento No.- 418 del 10 de septiembre del 2004.

Codificación de la Ley de Aguas, publicada en el Registro Oficial Suplemento No.- 339 del 20 de mayo del 2004. Actualmente derogada por la Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamientos del Agua, Segundo Suplemento-R.O. No.- 305 del 6 de agosto del 2014.

Legislación Ambiental Ecuatoriana Libro VI Anexo 1: Norma de Calidad Ambiental y Descarga de Efluente; Recurso Agua.

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, COOTAD, Registro Oficial Nº 303, 19 de octubre de 2010

Acuerdo ministerial No.- 083B; 097A; 140 Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Noviembre del 2015.

CAPITULO I

MARCO TEORICO

1.- Historia de la pumita

La pumita es un vidrio amorfo y espumoso compuesto por un laberinto de vesículas llenas de aire, comienza en las profundidades subterráneas (fig.No.1), en el feroz corazón de un volcán, donde el agua se mezcla con roca fundida, se forma presión y se desencadena una violenta y espectacular erupción. El agua atrapada en la roca viscosa y sobrecalentada se convierte en vapor, explosionando el magma en una piedra espumosa que se enfría, se solidifica y cae a la tierra en forma de pumita una piedra de vidrio espumado que es dura y friable al mismo tiempo, con una estructura no cristalina y calcinada de forma natural, una combinación de características que hace que la pumita sea increíblemente útil para una amplia variedad de sectores.(www.academia.edu/26386333/redin_No._79_June_2016)

El valor de la pumita en la infraestructura y la industria se remonta al menos 2000 años atrás. Los ingenieros romanos sabían que al añadir pumita de grano fino, o "puzolana", a su cemento de cal hidratado, el resultado era un hormigón fuerte y duradero. Dos milenios más tarde, gran parte de su imperio de hormigón (carreteras, acueductos, templos, estadios, muelles, etc.) sigue en pie desafiando los estragos del tiempo. Hoy en día, la pumita sigue utilizándose como puzolana de gran calidad en hormigón reforzado, pero también se utiliza mucho en una amplia variedad de procesos industriales. (www.hesspumice.com-R: 6 May 2015)

Figura No.-1 Piedra pómez típica, con la estructura espumosa claramente visible.

Fuente: Elaboracion Propia

1.1.-Exploración Y Procesamiento De Pumita

La explotación de pumita es un proceso de bajo impacto medioambiental. La mayoría de la pumita se extrae en la superficie. La tierra (recubrimiento) que cubre la pumita se aparta y se almacena para recuperar posteriormente el lugar de explotación. La pumita se hace pedazos o se raspa a granel y se lleva al triturador para un procesamiento preliminar (calibres). La pumita se carga y se lleva en camión hasta la planta para seguir procesándose. (Fig. No.2)

Figura No.- 2 Cantera de pumita en el Distrito Metropolitano de Quito

Fuente: Metroecuador.

1.2.-Composición Química De La Pumita

La pumita no se crea por igual, sus propiedades químicas (y su utilidad) varían enormemente según el yacimiento, pero por lo general, la pumita está formada principalmente por dióxido de silicio (silicato de aluminio amorfo), óxido de aluminio y trazas de otros óxidos.

Figura No.3 Estructura de la pumita

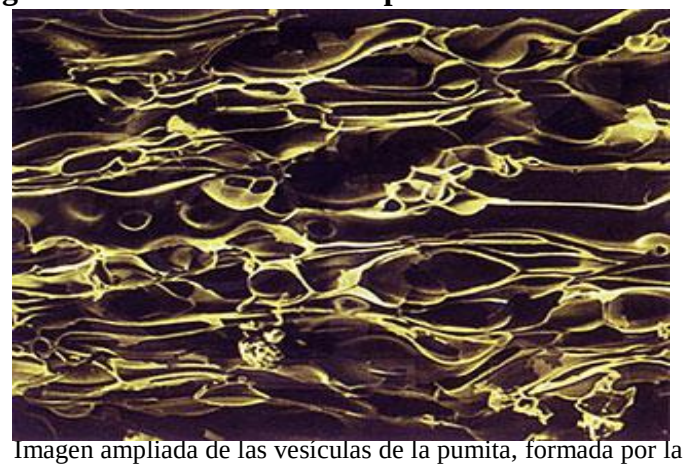


Imagen ampliada de las vesículas de la pumita, formada por la expansión de gases cuando la lava fundida se enfría. Fuente: hesspumice.com

1.3.-Principales Minerales No Metálicos Explotados En El Ecuador

La industria minera ecuatoriana se ha concentrado principalmente en los siguientes minerales no metálicos, los cuales en su mayoría son materias primas para la fabricación de compuestos constructivos como el cemento y la cerámica.

Adicionalmente los yacimientos de estos minerales son relativamente fáciles de explotar ya que no conllevan procesos complejos de refinación y extracción. En su mayoría se utiliza maquinaria mecánica como retroexcavadoras para obtener el material, chancadoras o molinos para lograr la granulometría deseada y volquetes para el transporte del mineral a las industrias (Barragán, 2012).

1.4.-Pumita y Material Pétreo

La piedra pómez o pumita, es una roca ígnea volcánica de baja densidad y muy porosa, formada principalmente por cuarzo y feldespato (Villalobos, 2013). Sus usos son muy variados y es utilizada como componente del cemento Portland, adicionalmente también se la utiliza en la fabricación de filtros, abrasivos y en usos agrícolas. Sus yacimientos, se explotan principalmente a cielo abierto y el material se extrae mediante la utilización de maquinaria pesada.

El material pétreo que se extrae principalmente de canteras a cielo abierto son areniscas silíceas, utilizadas como componentes de fabricación para hacer morteros utilizados en obras de construcción. Las canteras que se ubican en las afueras de la ciudad de Quito, son aquellas que explotan materiales pétreos que son utilizados en la construcción, y cuyos materiales se extraen por medios mecánicos, se realiza un tamizado y se comercializa en grandes proporciones.

Su origen volcánico, ígnea volcánica le da características peculiares una multitud de poros y células cerradas originan una porosidad con una solidez de grano al mismo tiempo (Fig. No.3), esta porosidad le permite absorber y retener el agua, además de hacerla ligera y otorgarle condiciones particulares, especialmente para el filtrado de productos de elaboración industrial.

Figura No.4 Porosidad de la pumita

Fuente: www.google/piedra_pomez.com.ec

1.5.- Características De La Pumita

Tabla No. 1 Producción Anual De Pumita

Nombre de la roca, mineral o piedra	**Piedra pómez (pumita o pumicita)**
Tipo básico	Piedra volcánica
Grupo	Ígneas
Sistema cristalino / Estructura	Posee formas variadas, predominando las alargadas y angulosas. Granulometrías
Composición química	Compuesto de trióxido de sílice y trióxido de aluminio, entre otros componentes:71% de SiO_2, 12.8% de Al_2O_3, 1.75% de Fe_2O_3, 1.36% de CaO, 3.23% de Na_2O, 3.83% de K_2, 3.88% de H_2O.
Formación y origen	Son piroclásticos porosos, que se constituyen de vidrio en forma de espuma y que se forman durante un enfriamiento muy rápido de un magma ascendiente de alta viscosidad. Estos son muy característicos de las vulcanitas claras y ácidas, como por ejemplo de la riolita, y por ello son de color blanco grisáceo hasta amarillento, raramente de color café o gris. El término "piedra pómez" incluye todos las rocas piroclásticas porosas.
Dureza	5 / 6 Mohs. Aunque de dureza media, debido a su alta friabilidad el poder abrasivo es muy bajo, produciendo un efecto muy suave sobre la superficie
Densidad	Sus poros cerrados le confieren una baja densidad, por lo que el comportamiento al impacto es muy ligero.0,7 (0,4 a 0,9) g/cm^3
Textura	Porosa, esponjosa o espumosa. Escoriácea, con muchos huecos y cavidades.
Color	Blanco grisáceo, ceniza, amarillento.
Brillo	Piedras pómez frescas son de brillo sedoso.
Observaciones particulares	La piedra pómez es muy liviana y áspera. Es tan útil que hasta en nuestras casas la utilizamos para la limpieza, ya sea en forma de piedra para frotar la piel de algunas zonas o de polvo para lavar los trastes. Aprendimos que también se le usa como ingrediente de algunos cosméticos.
Usos	como filtrante en la industria, como aereador de suelos en la agricultura, y en la elaboración de polvos abrasivos para cosmetología, odontología y distintos procesos químicos. Limpieza de superficies delicadas en construcción civil todas aquellas superficies en las que sea deseable una aplicación suave. Aplicable también a superficies metálicas

Fuente:(Enciclopedia Encarta 2000. 1993-1999 Microsoft Corporación. CD La Tierra, Dorling Kindersley y Zeta Multimedia, 1997).

1.6.-Producción Anual De Pumita

Tabla No. 2 Producción Anual De Pumita

SECTOR MINERO								
PRODUCCIÓN ANUAL PRINCIPALES PRODUCTOS								
	ORO	PLATA	ARCILLA	CALIZA	CAOLIN	FELDESPATO	SILICE	POMEX
	Kilogramos	Kilogramos	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas	Toneladas
2005	5.337,68	283,20	1.318.356,13	4.854.958,36	25.078,26	38.249,69	37.789,55	636.777,74
2006	5.168,20	158,83	1.309.343,06	5.456.546,18	11.504,21	67.843,54	36.208,37	707.864,08
2007	4.587,71	448,96	1.413.418,92	6.326.616,42	18.617,69	63.557,39	33.907,40	941.652,78
2008	4.132,89	304,78	1.577.932,61	5.366.498,39	42.613,90	86.888,86	24.799,13	1.024.896,04
2009	5.392,19	115,60	1.276.529,28	4.956.671,94	28.775,00	111.985,07	73.920,57	924.527,44
2010	4.592,76	1.168,90	1.414.852,68	3.862.307,61	41.089,40	156.888,06	60.018,80	718.907,82
2011	4.923,33	1.589,06	2.016.027,00	5.309.485,09	95.061,60	103.498,36	83.274,68	802.397,32
2012	5.138,94	2.934,24	1.949.509,49	6.283.972,10	42.563,90	152.590,17	136.806,40	951.356,00
2013	8.676,42	1.198,39	1.412.989,66	6.838.391,04	100.194,74	210.142,38	90.564,77	1.735.449,49
2014	7.322,11	577,05	770.936,72	6.319.428,21	40.236,36	183.259,13	80.868,95	1.728.949,27

Fuente: Agencia de regulacion y control minero (ARCOM)

1.7.-Aguas Residuales.

Las aguas residuales son aquellas aguas de desechos que contienen una gran cantidad de sustancias contaminantes y que han sido empleadas en alguna actividad humana sea domestica, industrial, pecuaria, agrícola o recreativa.

1.7.1.-Origen de las aguas residuales

Las aguas residuales tienen diversos orígenes (doméstico, industrial, pecuario, agrícola, recreativo) que determinan sus disímiles características. Las aguas residuales pueden clasificarse de la siguiente manera:

Agua Residual Doméstica (ARD): residuos líquidos de viviendas, zonas residenciales, establecimientos comerciales o institucionales. Estas, además, se pueden subdividir en:

Aguas Negras: aguas que transportan heces y orina, provenientes del inodoro.

Aguas Grises: aguas jabonosas que pueden contener grasas también, provenientes de la ducha, tina, lavamanos, lavaplatos, lavadero y lavadora.

Agua Residual Municipal o Urbana (ARU): residuos líquidos de un conglomerado urbano; incluye actividades domésticas e industriales y son transportadas por una red de alcantarillado.

Agua Residual Industrial (ARI): residuos líquidos provenientes de procesos productivos industriales, que incluso pueden tener origen agrícola o pecuario.

1.7.2.-Aguas residuales domésticas.

Las aguas residuales son provenientes de tocadores, baños, regaderas o duchas, cocinas, etc.; que son desechados a las alcantarillas o cloacas. En muchas áreas, las aguas residuales también incluyen algunas aguas sucias provenientes de industrias y comercios. La división del agua casera drenada en aguas grises y aguas negras es más común en el mundo desarrollado, el agua negra es la que procede de inodoros y orinales y el agua gris, procedente de piletas y bañeras, puede ser usada en riego de plantas y reciclada en el uso de inodoros, donde se transforma en agua negra. Muchas aguas residuales también incluyen aguas superficiales procedentes de las lluvias.

1.7.2.1.-Características de los caudales de origen doméstico.

Según su origen, las aguas r*e*siduales son el resultado de la combinación de los residuos líquidos y sólidos utilizando como medio de transición el agua, que provienen de residencias, oficinas, edificaciones comerciales e instituciones.

Aunque el precio del agua es uno de los factores de gran incidencia, la cantidad para el consumo doméstico no debería alcanzar valores arriba de 200 L/hab/d teniendo un promedio

de 60 a 70 por 100 para lavandería, cocina, baño y aseo y de 30 a 40 por 100 para arrastre de sólidos y líquidos de origen antropogénico.

En general, las aguas residuales de origen doméstico, son aquellas en que se utilizan con fines higiénicos (sanitarios, cocinas, lavanderías, etc.).

Tabla No. 3 Composición típica de aguas residuales domésticas

Componente	Unidad	Concentración		
		Fuerte	Media	Diluida
Sólidos totales	mg/L	1.200	720	350
Sólidos disueltos totales	mg/L	850	500	250
Sólidos disueltos fijos	mg/L	525	300	145
Sólidos disueltos volátiles	mg/L	325	200	105
Sólidos suspendidos	mg/L	350	220	100
Sólidos suspendidos fijos	mg/L	75	55	20
Sólidos suspendidos volatiles	mg/L	275	165	80
Sólidos sedimentables	mg/L	20	10	5
Demanda bioquimica de oxigeno, DBO5	mg/L	400	220	110
Carbono orgánico total, COT	mg/L	290	160	80
Demanda quimica de oxigeno, DQO	mg/L	1.000	500	250
Nitrógeno total	mg/L	85	40	20
Nitrógeno orgánico	mg/L	35	15	8
Nitrógeno amoniacal	mg/L	50	25	12
Nitritos	mg/L	0	0	0
Nitratos	mg/L	0	0	0
Fósforo total	mg/L	15	8	4
Fósforo orgánico	mg/L	5	3	1
Fósforo inorgánico	mg/L	10	5	3
Cloruros	mg/L	100	50	30
Sulfatos	mg/L	50	30	20
Alcalinadad en $CaCO_3$	mg/L	200	100	50
Aceites y grasas	mg/L	150	100	50
Coliformes totales	NMP/100 mL	10^7 a 10^9	10^7 a 10^8	10^6 a 10^7
Compuestos orgánicos volátiles	µg/L	>400	100 a 400	<100

Fuente: MENDOCA ROLIM, Sérgio. *Sistemas de lagunas de estabilización.* Colombia: Mc Graw Hill 2000. 370 p.

1.7.3.-Sistema de tratamiento para pequeñas comunidades.

Las pequeñas comunidades se determinan como aquellas cuya población es menor o igual a mil habitantes. Debido a la situación socio-económica, geográfica y cultural, las pequeñas

comunidades tienen una serie de problemas específicos por lo que se dificulta la construcción, operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento de aguas residuales y tratamiento de agua potable. Alrededor del mundo, en países latinoamericanos se busca una situación sostenible con respecto al ambiente y procesos de tratamiento de agua residuales de tipo domestico de costos bajos para su operación y mantenimiento con tecnologías biológicas de gran eficiencia como son biodigestor, humedales y lechos filtrantes.

Ciudad de México. 4 de agosto de 2016**.-** Investigadores del Laboratorio Tecnológico de Aguas Residuales del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) desarrollan una solución tecnológica sustentable y compacta para el tratamiento descentralizado de aguas residuales para pequeñas comunidades.

Figura No.5 Tratamiento experimentales con material filtrante

Fuente: (Agencia Informativa Conacyt, 2016)

1.7.4.-Problemas específicos asociados a las pequeñas comunidades.

La generación de aguas residuales es un producto inevitable por la actividad humana en la transformación de los recursos naturales en energía. Una fracción que es líquida, está constituida principalmente por las aguas de abastecimiento, descargándolas sin un tratamiento previo a los cuerpos receptores.

1.7.5.-Características físico-químicas del agua residual.

Las mediciones de parámetros químicos suelen expresarse en unidades físicas, miligramo por litro (mg/l) o gramo por metro cúbico (g/m3). Las concentraciones de trazadores se expresan normalmente en microgramos por litro (g/1). Para los sistemas diluidos en los que un litro pesa aproximadamente un kilogramo, como es el caso tanto de aguas naturales como aguas residuales, se pueden sustituir las unidades mg/l o g/m3 por la unidad partes por millón (ppm), que representa la relación en peso.

Los gases disueltos se consideran como constituyentes químicos, y se miden en mg/l o g/m3. Los gases desprendidos como subproducto del tratamiento de las aguas residuales, tales como el metano y el nitrógeno (descomposición anaerobia), se miden en litros o metros cúbicos. Los resultados de los ensayos, y los parámetros como temperatura, olor, ion hidrógeno y organismos biológicos, se expresan en unidades diferentes.

1.7.6.- Características Físicas.

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido total de sólidos, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentables, la materia coloidal y la materia disuelta.

Otras características físicas importantes son el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad. (*Triplenlace on* 17 - mayo – 2013).

1.8..-Sistema de depuración

Al agua residual doméstica se le aplica un sistema de depuración que consiste en hacerla pasar por una sucesión de capas de pumita, la superior es una capa de pumita fina que es la

que ejerce la función depuradora. En sentido descendente le siguen cinco capas de pumita de mayor granulometría. La función de estas es la de sostener las capas superiores, no permitiendo el pase de material, pero si el pase del agua.

La depuración de las aguas se consigue ejecutando las acciones siguientes:

1.8.1.-Acciones físicas

La pumita en función de su granulometría y porosidad ejerce una acción de filtro mecánico, reteniendo en los primeros centímetros de espesor la mayor parte de los sólidos en suspensión que no han sido eliminados previamente.

1.8.2.-Acciones químicas:

Basadas fundamentalmente en la capacidad de intercambio iónico de la pumita y en las reacciones de oxidación-reducción que tienen lugar a consecuencia de la alternancia encharcamiento-aireación, que se suceden a lo largo de los ciclos operativos.

1.8.3.-Selección de los parámetros de control

Se consideraron los siguientes parámetros mínimos seleccionados y su importancia para el análisis y evaluación en base a criterio según Metcalf & Eddy. Ingeniería de aguas residuales. Vol. 1 y 2 México: MacGraw-Hill 1996. En el siguiente cuadro muestra los parámetros a utilizar.

Tabla No.4 Parámetros de control

Parámetro	Importancia
pH/Temperatura	Importantes para conocer si las condiciones son adecuadas para el crecimiento bacteriano.
DBO/DQO	Si se descarga la materia orgánica biodegradable al entorno sin tratar su estabilización biológica puede llevar al agotamiento de los recursos naturales de oxígeno y desarrollo de condiciones sépticas.
Sólidos suspendidos	Pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias cuando se vierte el agua residual sin tratar al entorno acuático.
Nitrógeno/Fósforo	Junto con el carbono son nutrientes esenciales para el crecimiento de vida acuática no deseada, favoreciendo la eutrofización de los cuerpos de agua.

Fuente: Metcalf & Eddy. Ingeniería de aguas residuales. Vol 1 y 2 México: MacGraw-Hill 1996

1.8.4.-pH/Temperatura

La concentración del ión hidrógeno es un vital parámetro de calidad de las aguas residuales. El intervalo de concentración idóneo para la existencia de la vida acuática es muy estrecho y crítico.

La temperatura del agua es un parámetro muy importante. El oxígeno es menos soluble en agua caliente que en agua fría, Las temperaturas anormalmente elevadas pueden dar lugar a un crecimiento indeseable de plantas acuáticas y hongos. Estos efectos se ven amplificados cuando se vierten cantidades considerables de agua caliente a las aguas naturales receptoras, es preciso tener en cuenta que un cambio brusco de temperatura puede conducir a un fuerte aumento en la mortalidad de la vida acuática y a una indeseada proliferación de plantas acuáticas y hongos. La temperatura óptima para el desarrollo de la actividad bacteriana se sitúa entre los 25 y los 35 ºC.

Los procesos de digestión aerobia y de nitrificación se detienen cuando se alcanzan los 50 °C.

A temperaturas de alrededor de 15 °C, las bacterias productoras de metano cesan su actividad, mientras que las bacterias nitrificantes autótrofas dejan de actuar cuando la temperatura alcanza valores cercanos a los 5 °C.

Si se alcanzan temperaturas del orden de 2 °C, incluso las bacterias quimio heterótrofas que actúan sobre la materia carbonosa dejan de actuar **(Metcalf & Eddy)**

1.8.5.-DBO/DQO

La posibilidad de establecer relaciones constantes entre los diferentes parámetros de medida del contenido en materia orgánica depende principalmente del tipo de agua residual y de su origen de todos ellos, el más complicado de interrelacionar resulta ser la DBO5, debido a los diferentes problemas e inconvenientes que presenta su análisis.

El parámetro de polución orgánica más utilizado y aplicable a las aguas residuales y superficiales es la D.B.O, a los 5 días. Es la medida del oxígeno disuelto utilizado por los microorganismos en la oxidación bioquímica de la materia orgánica y sirve para determinar la cantidad aproximada de oxígeno que se requerirá para estabilizar biológicamente la materia presente. El ensayo de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de las aguas naturales como de las residuales. También se emplea para la medición de la materia orgánica presente en aguas residuales tanto industriales como municipales que contengan compuestos tóxicos para la vida biológica. La DQO de un agua residual suele ser mayor que su correspondiente DBO, siendo esto debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por vía química frente a los que se oxidan por vía biológica. En muchos tipos de aguas residuales es posible establecer una relación entre los valores de la DBO y la DQO. Ello puede resultar de gran utilidad dado que es posible determinar la DQO en un tiempo de 3 horas, frente a los 5 días necesarios para determinar la DBO., no obstante,

para aguas domésticas brutas típicas, el cociente DBO 5/DQO se halla en el intervalo 0,4 - 0,8.(2 junio,2013 por Mikel Aguirre).

Tabla No 5 Concentra De La Materia Orgánica En Aguas Residuales Domesticas

CONCENTRACION DE LA MATERIA ORGANICA EN AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS en mg/l				
Carga contaminante	Baja	Media	Alta	Muy Alta
DBO5(mg/l)	< 150	150 – 350	350 - 650	> 650
DQO (ml/l)	< 350	350 - 700	700 - 1200	> 1200

Fuente: JLRA**, 2012** 25p

1.8.5.1.-Biodegradabilidad

A la relación entre la DBO5 y la DQO se le denomina Biodegradabilidad de las aguas residuales. Nos da una idea de la posible naturaleza de los compuestos presentes, es decir, de que las sustancias que van en el agua residual sean más o menos asimiladas por los microorganismos y en consecuencia con un posible origen más de tipo doméstico que de tipo industrial:

Tabla No 6 Parámetros de Biodegradabilidad de Aguas Residuales Domesticas

DBO /DQO > 0,4	=>	MATERIA ORGANICA MUY BIODEGRADABLE
DBO /DQO = 0,2 – 0,4	=>	MATERIA ORG. MODERADAMENTE BIODEGRADABLE
DBO /DQO < 0,2	=>	MATRERIA ORGANICA POCO BIODEGRADABLE

Fuente: Aurelio Hernández Muñoz y otros. Manual de depuración de Urarila 2011

1.8.6.-Sólidos suspendidos

Pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y de condiciones anaerobias cuando se vierte el agua residual sin tratar al entorno acuático. (Levine, A. G.Asano 1985).

1.8.7.-Nitrógeno/Fósforo

Los elementos nitrógeno y fósforo son esenciales para el crecimiento de protistas y plantas, razón por la cual reciben el nombre de nutrientes o bioestimuladores.

No obstante, el nitrógeno y el fósforo son, en la mayoría de los casos, los principales elementos nutritivos., Puesto que el nitrógeno es absolutamente básico para la síntesis de proteínas, será preciso conocer datos sobre la presencia del mismo en las aguas, y en qué cantidades, para valorar la posibilidad de tratamiento de las aguas residuales domésticas e industriales mediante procesos biológicos. Cuando el contenido de nitrógeno sea insuficiente, será preciso añadirlo para hacer tratable el agua residual.

El nitrógeno presente en el agua residual se encuentra principalmente en forma de úrea y materia proteica cambiándose fácilmente a amoniaco por lo que la edad del agua residual puede ser indicada por la cantidad relativa de amoniaco presente. En un ambiente aerobio, las bacterias pueden oxidar el nitrógeno del amoniaco a nitritos y nitratos. El fósforo es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. En soluciones acuosas se encuentra en forma de ortofosfatos, polifosfatos y fosfato orgánico.(Metcalf & Eddy. Ingeniería de aguas residuales. Volumen 1 y 2. 3ª ed. México: MacGraw-Hill 1 996, 1 485 p.)

El fósforo también es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. Debido a que en aguas superficiales tienen lugar nocivas proliferaciones incontroladas de algas, actualmente existe mucho interés en limitar la cantidad de compuestos de fósforo que

alcanzan las aguas superficiales por medio de vertidos de aguas residuales domésticas, industriales, y a través de las escorrentías naturales.

1.9.- Sistemas de dosificación y distribución

La dosificación es uno de las variables más importantes para lograr un buen efluente, un periodo de reposo entre las aplicaciones lo suficientemente largo dando como resultado una condición aerobia y biológica adecuada. En filtros pequeños se satura hasta obtener una capa aproximadamente ocho centímetros de espesor como mínimo.

Para aplicar en el medio filtrante de manera uniforme, se requiere de un sistema de distribución el cual trabaje por gravedad o presión. Los sistemas empleados para la dosificación empleados en la actualidad, cuentan con boquillas de aspersión, cangilones inclinados, moldes especiales de plástico y sistemas en que la tubería es perforada para su distribución a presión.

El diámetro de la tubería de distribución se establece que la diferencia en la descarga entre orificios no sea mayor al 10 por 100.

La dosificación del fluido que se va a tratar sobre el lecho filtrante puede ser intermitente o con recirculación. El líquido cuando se emplea un filtro intermitente este es aplicado solo una vez, para aumentar la eficiencia de manera uniforme esta varia de 12 a 72 veces por día.

1.10.- Muestras De Aguas Residuales Domesticas

1.10.1.- Puntos de recolección de muestras

Los puntos definidos para la recolección de las muestras de agua residual doméstica, serán a la entrada y a la salida del filtro. Se realizarán análisis de laboratorio y se compararán los indicadores físicos y químicos.

Figura No. 6 Puntos de recolección de muestras

1.10.2.- Frecuencia de análisis de las muestras

Se tomaron muestra del afluente y del efluente cada días y se realizaron los análisis de laboratorio correspondientes.

1.10.3.-Selección del tipo de muestra

Las muestras simples (puntual), se toman cuando se conoce que su composición es constante en el tiempo. Este tipo de muestra representa las características promedio del agua residual para el instante del muestreo. Las muestras compuestas son la mezcla de varias muestras simples proporcionales al caudal instantáneo, recogidas en el mismo lugar pero a intervalos constantes de tiempo.

Se utilizará el tipo de muestra compuesto, ya que indica las características promedio de las aguas residuales domésticas durante un tiempo y el error es admisible a los cambios intermitentes del caudal y concentración. Las muestras recolectadas se almacenan en un refrigerador y al final se mezclan y se separa la cantidad requerida para los análisis. Fuente: López 2010 Okley Romero 2010

1.10.4.--Volumen de la muestra

Debe ser lo suficiente para poder llevar a cabo los análisis de laboratorio requeridos; es decir, depende del número de parámetros que se desea determinar. Es preferible que el volumen de la muestra no sea menor a 100mL. Generalmente el volumen para muestras simples es de 2L y para muestras compuestas de 3 a 4L, con volúmenes individuales de 120 mL.

1.10.5.- Medición de caudales

El caudal es la cantidad de un líquido que fluye de modo natural o no natural en un determinado lugar y por una unidad de tiempo. Se utiliza la siguiente ecuación:

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

Donde:

V = Volumen de líquido (m3)

T = Tiempo de flujo (s)

Esta técnica se realiza para obtener una concentración promedio de los contaminantes presentes en el agua residual doméstica a lo largo de un turno, ciclo de producción o día.

Para poder medir el caudal de una descarga se debe realizar por lo menos 3 jornadas de medición horaria durante las 24 horas al día. Los datos obtenidos permiten calcular los caudales medio y máximo horario representativos de la descarga y el factor de mayorización correspondiente.

1.10.6.-Métodos para la medición de caudales

Para la realización del aforo existen varios métodos que registran mediciones de una manera contínua o permanente y puntual o instantánea. Se basan en la ecuación de la continuidad:

Q = V x A

Dónde: A = Área (m2)

1.10.7.-Método aforo volumétrico

La manera más sencilla de calcular caudales pequeños es por medio de la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volumen conocido. El tiempo de llenado se mide con un cronómetro.

Para caudales de más de 4 L/s es adecuado un recipiente de 10 litros de capacidad que se llenará en 2½ segundos y; para caudales mayores es recomendable usar un recipiente de 200 litros.

Tabla No. 7 Aforo volumétrico

Muestra	T (s)	V (L)	Q (L/s)
1	40.99	1	0.0244
2	42.27	1	0.0237
3	39.39	1	0.0253
4	41.38	1	0.0242
5	41.32	1	0.0242
MÁXIMO: 0.0244 MÍNIMO: 0.0237 PROMEDIO: 0.0243			

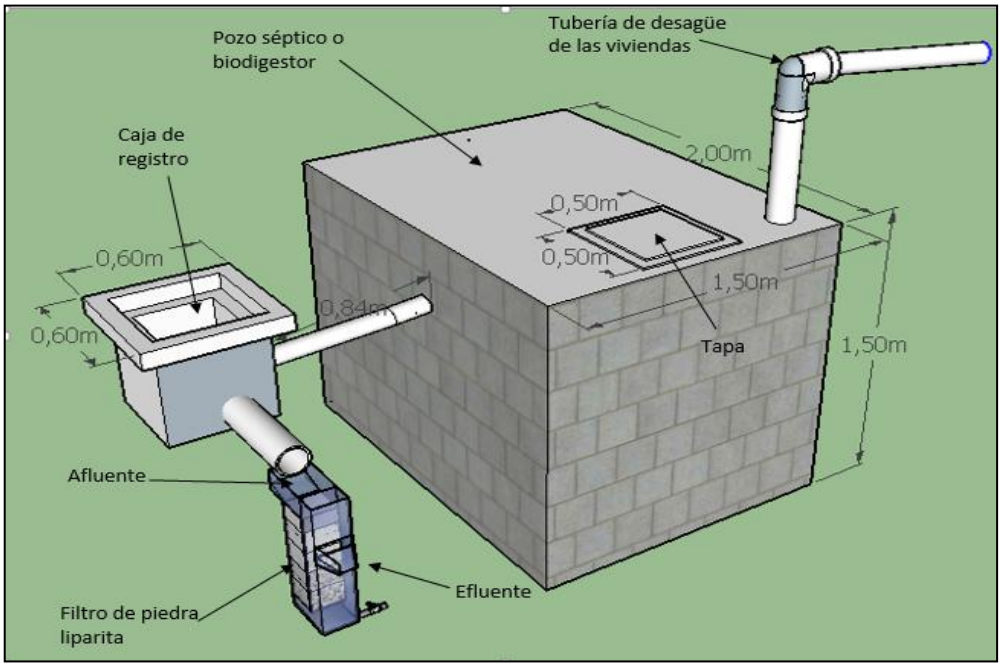
Fuente: Elaboración propia

1.10.8.-Sistema de recolección de aguas residuales domésticas

Se pueden utilizar el sistema de recolección convencional por gravedad o el sistema por gravedad para efluente de tanque séptico (SGETS). Debido a la presencia de sólidos se requiere una pendiente mínima del 5 por 1000 para mantener velocidades de 60 cm/s, de autolimpieza

para impedir la deposición de sólidos. Los principales problemas de este tipo de sistema es la infiltración por ingreso de agua a la red debido a la prolongación de elevados niveles freáticos en tiempo de lluvias.

Figura No. 7 Recolección y filtración de aguas residuales domesticas



Fuente: Elaboración propia

1.11.- Áreas de aplicación

Al requerir pequeñas superficies, es aplicable en casos donde hay escasez de terrenos o estos tienen costos elevados. Es utilizado generalmente para pequeñas localidades.

Los criterios de diseño a considerar para el filtro son: la profundidad del lecho filtrante, tamaño de la partícula del medio filtrante, el tipo y la tasa de la carga hidráulica.

1.12.-Proceso de filtración

El proceso de filtración consiste en la eliminación de la materia en suspensión del agua a través de la pumita como lecho filtrante.

El material filtrante es pumita de diferentes granulometrías. Generalmente se trabaja con velocidades variables de filtración, dependiendo de la calidad del agua a tratar. Tratándose de agua residual, vamos a ir a la velocidad de filtración más baja posible, a 10 ml/h.

En este tipo de lechos la filtración se hace por distintos mecanismos: fuerzas de Van Der Waals, interceptación mecánica, etc…

El proceso se lleva a cabo del siguiente modo:

• Zona de saturación: el paso de agua es reducido, los sólidos suspendidos son retenidos en la primera capa de pumita. Puede que una pequeña parte se fugue a la capa siguiente. Esta zona está sometida a una elevada pérdida de carga.

• Zona de transición: el medio filtrante contiene una cierta cantidad de materia en suspensión, y todavía puede retener gran cantidad de sólidos que le llegan. El paso de agua es menor que el nominal de diseño y la pérdida de carga mayor.
• Zona de seguridad: el lecho filtrante sólo recibe agua limpia. Esta zona es la garantía de filtrado del agua. El caudal y la pérdida de carga son los de diseño.
• Zona de soporte: es el sistema encargado de recoger el agua filtrada y distribuir el aire y el agua en el lavado. Esta zona contiene el mismo material del medio filtrante pero de mayor tamaño.

El ciclo de filtración se da por terminado cuando la zona de transición llega a la salida del lecho o la pérdida de carga en el filtro es la máxima permitida. El filtro, de acuerdo a su diseño puede contener un sistema de retrolavado para eliminar los sólidos en suspensión almacenados en el seno del lecho, por arrastre del agua a contracorriente. Pueden ser también diseñados sin este sistema de retrolavado y reactivar el filtro eliminando la corteza que se

genera en la primera capa y renovarla con material virgen, de igual granulometría que la que tenía.

1.13.-Componentes del filtro piloto de liparita o pumita

.-Una cámara para recepción de agua residual domestica (afluente).

.-Una cámara para seis capas de pumita (10 cm c/u) de diversas granulometrías como lecho filtrante.

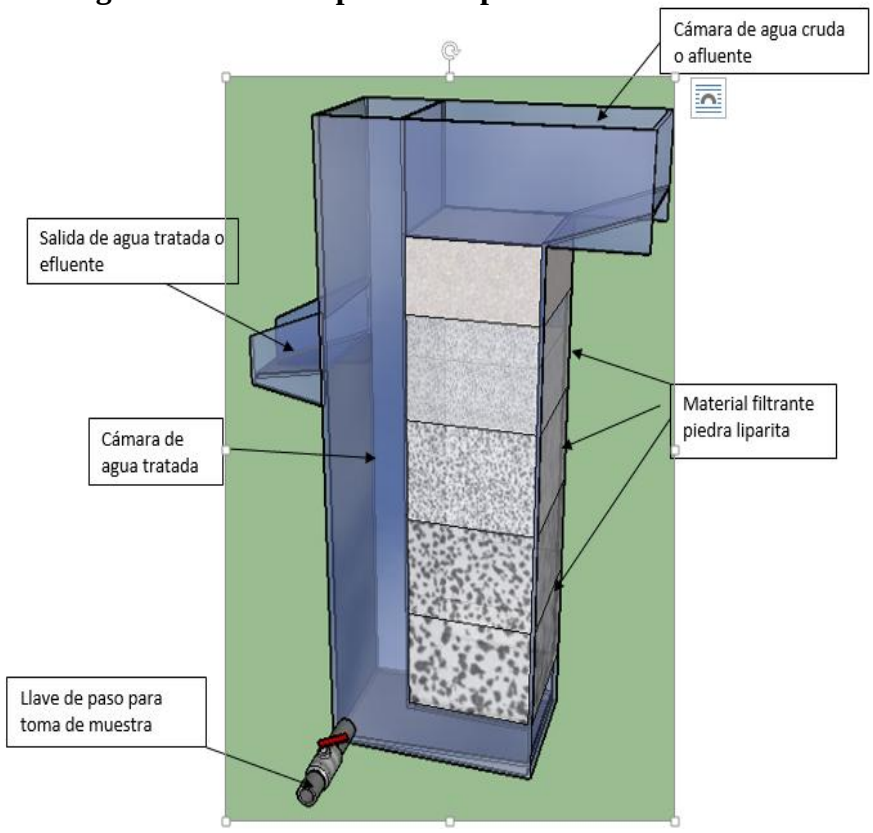
.-Una cámara para el agua filtrada.

.-Un sistema para toma de muestras.

.-Una cámara para salida del agua filtrada o tratada.

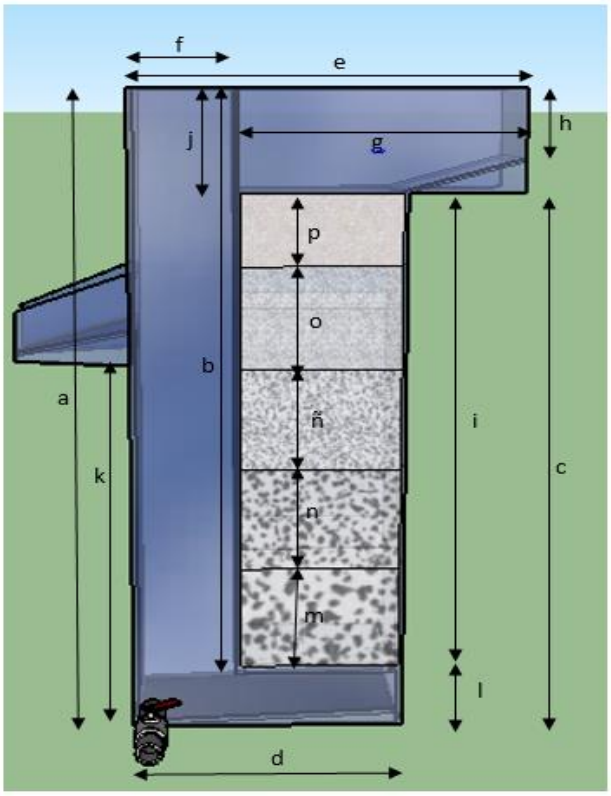
.-Un conjunto de dispositivos reguladores y de control.

Figura No.-8 Filtro piloto de liparita o vulcanita



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 9 Dimensiones del filtro piloto de pumita



Fuente: Elaboración propia

La altura total del filtro, desde el fondo hasta la zona de recepción de agua servida, puede ser variable de 1.9 a 2.5 m y se puede construir con materiales diversos; hormigón reforzado, ferro cemento, piedra o mampostería. Nuestro filtro piloto fue construido con una altura de 0.64 cm., con placas de vidrio de 6mm, a fin de que sea posible la visualización de las capas de pumita y el paso del agua desde su entrada hasta su salida.

Las sección o área de filtración estaría determinada por el caudal de diseño y la velocidad de filtración seleccionada la misma que varía entre 0.1 a 0.3 ml/h, pudiendo ser de forma rectangular o circular.

$$As = Q/Vf$$

Dónde;
As = Área de filtrado
Q = Caudal de diseño

Vf = Velocidad de filtración

1.14.-Estructura de entrada

Hay que asegurar una distribución uniforme del caudal de entrada del agua residual doméstica sobre el lecho filtrante, con un regulador de caudal, a fin de evitar la erosión de la capa superficial, además de reducir la turbulencia dentro de la masa líquida del sobrenadante. En nuestro caso se diseñó y se construyó una cámara receptora de agua residual con el propósito de que sea en la cámara donde se produzca la turbulencia y no afecte la primera capa de pumita, erosionándola.

1.14.1.-Sobrenadante

La capa de agua sobrenadante proporciona una carga hidráulica que es suficiente para hacer pasar el agua residual a través del lecho filtrante.

1.14.2.-Cámara para el lecho filtrante.

El filtro piloto cuenta con una cámara de 0.47 cm de altura, para contener el lecho filtrante.

.-Las paredes interiores del filtro deben ser rugosas para evitar las líneas de flujo entre el material filtrante y las paredes verticales del filtro.

.-El diseño debe incluir dispositivos para regular el flujo, distribuir el caudal de entrada y recolectar uniformemente el agua filtrada.

.-La cámara deben considerar el espacio suficiente para las operaciones de mantenimiento y limpieza.

.- Se utilizará un lecho filtrante limpio y libre de material orgánico.

1.14.3.- Cámara y sistema para el drenaje para el agua residual filtrada

Luego de que el agua residual doméstica pase por el lecho filtrante de pumita, cae en una cámara diseñada para acumular el agua residual filtrada y continúe en flujo ascendente hasta alcanzar la cámara de salida del efluente filtrado, para ser direccionada a su destino final pre determinado.

1.15.- Granulometría de la pumita.

La granulometría de los agregados se refiere a la distribución de tamaño de las partículas, generalmente son de interés en esa distribución el tamaño máximo permisible y el tamaño mínimo permisible, sin embargo existen aplicaciones en las cuales se puede preferir un cierto tamaño uniforme en las partículas.

El tamaño efectivo d10 y el coeficiente de uniformidad (CU) son las principales características del medio granular que afectan el diseño y operación del sistema de tratamiento, el tamaño efectivo d10 es el tamaño de malla que permite pasar 10 por 100 de la masa del material, mediante el ensayo granulométrico (ASTM C117-95).

El coeficiente de uniformidad (CU), se define como el 60 por 100 que permite el paso de la partícula dividido por el tamaño que permite el paso del 10 por 100. (Alcides Arosemena González)

La distribución de las partículas se determina por medio de ensayos de cribado empleando mallas, donde los alambres que integran las mallas se entretejen formando espacios cuadrados con diversas aberturas. Las mallas que se usan dependen en cuanto a su abertura y nomenclatura de las normas que se adopten, entre algunas normas y mallas de uso a nivel mundial se encuentran las americanas y las inglesas que se presentan **a** continuación:

1.15.1.-Granulometría de la pumita utilizada como lecho filtrante.

.- Capa superior: (1).- pumita de granulometría No.- 60 (1/4 mm).

.- Capa superior: (2).- pumita de granulometría No.- 18 (1mm).

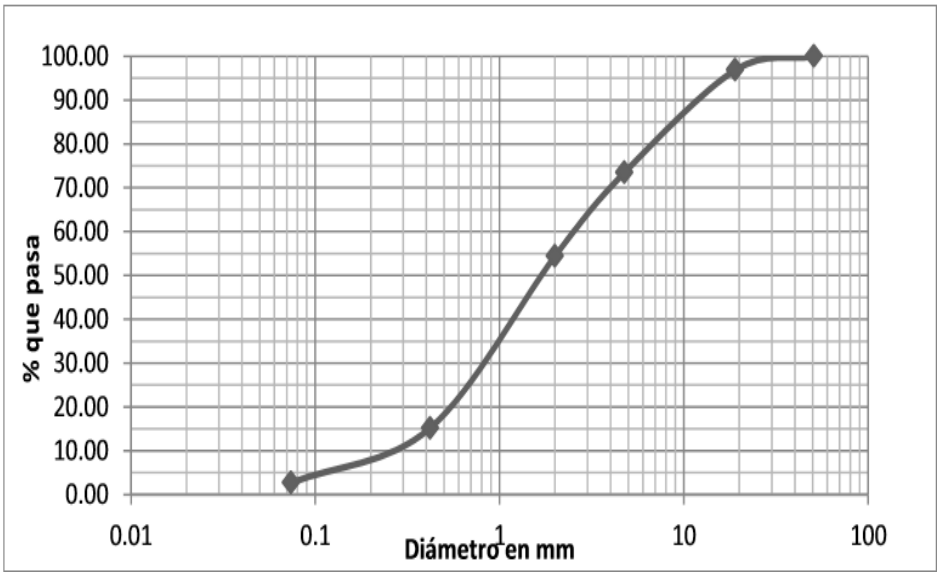
.- Capa central: (3).- pumita de granulometría No.- 10 (2mm).

.- Capa central: (4).- pumita de granulometría No.- 5 (4mm).

.- Capa inferior: (5).- pumita de granulometría No.- 3 ½" (5.6mm).

.- Capa inferior: (6).- pumita de granulometría No.- 3/8" (9.5mm).

Figura No.10 Curva granulométrica de la pumita



Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos

Figura No. 11 Granulometría utilizada en filtro piloto.

Fuente: Elaboración propia

1.16.- Equipos utilizados para la determinación de los parámetros en el laboratorio.

1.16.1 El Autoclave: es un dispositivo que sirve para esterilizar material médico o de laboratorio, utilizando vapor de agua a alta presión y temperatura. El autoclave coagula las proteínas de los microorganismos debido a la presión y temperatura, aunque recientemente se ha llegado a saber de algunos microorganismos, así como los priones, que pueden soportar las temperaturas de autoclave.

Las autoclaves funcionan permitiendo la entrada o generación de vapor de agua pero restringiendo su salida, hasta obtener una presión interna de 103 kPa, lo cual provoca que el vapor alcance una temperatura de 121 grados centígrados. Un tiempo típico de esterilización a esta temperatura y presión es de 15 minutos.

1.16.2.-La campana de flujo laminar.

Sirve para mantener un área de trabajo estéril, funciona por medio de absorción de aire del medio ambiente el cual es filtrad, para después expulsar el aire limpio sin microorganismos. En la campana también podemos utilizar la luz ultra violeta para mantener el área estéril hay que mantenerla encendida por 30 minutos, por recomendación no hay que acercarse al la luz por que puede causar quemaduras severas.

1.16.3.-Incubadora.

Sirve para mantener un lugar óptimo para el desarrollo y crecimiento de microorganismos, tiene dos divisiones, en el se ponen los microorganismos y se regula a que temperatura se debe mantener por lo general es a una temperatura de 38°, no importa la temperatura del exterior dentro de el ya no existen variaciones

1.16.4.- Jarra de anaerobiosis.

Este aparato sirve para mantener bacterias anaerobias. Tiene unos tubos en donde se conectan a una maquina que succiona el aire. La tapa tiene un catalizador para facilitar el proceso.

1.16.5.- Microscopio

Es el instrumento más necesario para un microbiólogo, ya que permite la observación de organismos que no pueden ser apreciados en detalle a simple vista, es decir de los microorganismos. Existe una gran variedad de microscopios que, según la fuente de iluminación utilizada, se agrupan en:

Microscopios ópticos: La fuente de iluminación es la luz.

- **De campo claro**. Permiten la observación de preparaciones, en su color natural o contrastado mediante tinciones, resaltadas sobre un fondo más brillante.
- **De campo oscuro**. Permiten la observación de formas celulares que destacan brillantes sobre un fondo oscuro. Este efecto se consigue utilizando diafragmas especiales.
- **De contraste de fases**. Gracias a la utilización de diafragmas y objetivos especiales, que consiguen aumentar las diferencias en el índice de refracción de las células y el medio que las rodea, permiten la observación de células vivas, ya que no es necesario realizar ninguna tinción de las mismas.
- **De interferencia.** Permiten observar células vivas sin teñir, obteniéndose una imagen en relieve de las mismas.

- **De fluorescencia**. La luz ultravioleta que excita ciertas moléculas presentes en las células (bien de forma natural o añadida a la preparación) que emiten fluorescencia en el espectro visible.

- **Confocal**. Permite obtener imágenes bi y tridimensionales de alta resolución. Es un microscopio computarizado que acopla un láser a un microscopio óptico obteniéndose imágenes fluorescentes. Análisis digital por ordenador. Tiene un diafragma especial llamado *pinhole* que elimina la señal de las regiones que se encuentran fuera de foco.

Microscopios electrónicos: La fuente de iluminación es un chorro de electrones y las lentes son electroimanes.

- **De transmisión.** Permiten la observación de muestras teñidas con sustancias que son resistentes al paso de electrones y cortadas dando lugar a láminas finas, denominadas cortes finos. Los electrones no son visibles directamente por lo que éstos se envían a una pantalla que emite fluorescencia más o menos intensa según el número de electrones que inciden en ella. Las estructuras celulares que se tiñan más intensamente impedirán el paso de electrones y por lo tanto no permitirán la emisión de fluorescencia, por lo que estas estructuras aparecerán oscuras en un fondo más brillante. Se consiguen entre 10.000 y 100.000 aumentos.

- **De barrido**. Permiten la observación de células enteras, sin necesidad de cortes finos, de modo que aparecen los relieves originales y las superficies externas. Alcanzan entre 1.000 y 10.000 aumentos. Durante las prácticas se empleará el microscopio óptico de campo claro.

La capacidad de un microscopio para observar diferentes estructuras se refleja en el número de aumentos y en el límite de resolución (LR).

• **El número de aumentos** de un microscopio resulta de multiplicar los aumentos que

Proporciona cada una de las lentes presentes entre la fuente de iluminación y la lente Ocular.

• **El límite de resolución (LR)** se define como la distancia mínima a la que se deben encontrar dos puntos para que puedan observarse separados. El microscopio es mejor cuanto menor sea el LR del mismo.

Si queremos mejorar la capacidad de observación de un microscopio se debe incrementar el número de aumentos y disminuir el límite de resolución (LR). Normalmente se utiliza aceite de inmersión. Es importante recordar que no todos los objetivos son impermeables al aceite. En los microscopios que se utilizarán en las prácticas, sólo puede utilizarse el aceite de inmersión con el objetivo de 100 Ã., (http://www.monografias.com/adriana_casique_bernal, miércoles 8 de abril 2012, 2p).

1.17.- Potenciales Impactos Ambientales

Los contaminantes de estas aguas residuales domésticas, son los sólidos suspendidos y disueltos que consisten en: materias orgánicas e inorgánicas, nutrientes, aceites y grasas, sustancias tóxicas, y microorganismos patógenos.

Los desechos humanos sin un tratamiento apropiado, eliminados en su punto de origen o recolectados y transportados, presentan un peligro de infección parasitaria (mediante el contacto directo con la materia fecal), hepatitis y varias enfermedades gastrointestinales, incluyendo el cólera y tifoidea (mediante la contaminación de la fuente de agua y la comida).

Cabe mencionar que el agua de lluvia urbana puede contener los mismos contaminantes, a veces en concentraciones sorprendentemente altas.

Cuando las aguas residuales domésticas son recolectadas pero no tratadas correctamente, antes de su eliminación o reutilización, existen los mismos peligros para la salud pública en las proximidades del punto de descarga.

Si dicha descarga es en aguas receptoras, se presentarán peligrosos efectos adicionales (p.ej. el hábitat para la vida acuática y marina es afectada por la acumulación de los sólidos; el oxígeno es disminuido por la descomposición de la materia orgánica; y los organismos acuáticos y marinos pueden ser perjudicados aún más por las sustancias tóxicas, que pueden extenderse hasta los organismos superiores por la bío-acumulación en las cadenas alimenticias).

Si la descarga entra en aguas confinadas, como un lago o una bahía, su contenido de nutrientes puede ocasionar la eutrofización, con molesta vegetación que puede afectar a las pesquerías y áreas recreativas

La descarga de aguas residuales influye en los procesos de muchos ríos pequeños, en una planta de tratamiento de aguas residuales se diseñan los procesos naturales del tratamiento que ocurren en el ambiente, si ese ambiente es un cuerpo natural del agua o la tierra.

Si no se ha sobrecargado, las bacterias en el ambiente consumirán los contaminantes orgánicos, aunque ésta reducirá los niveles del oxígeno en el agua y puede cambiar perceptiblemente la ecología total del agua de recepción. Las poblaciones bacterianas nativas alimentan en los contaminantes orgánicos, y los números de microorganismos que causan enfermedades son reducidos por condiciones ambientales naturales tales como depredación, exposición a la radiación ultravioleta, etc.

Por lo tanto en caso de que el ambiente de recepción proporcione un de alto nivel de la dilución, un alto grado del tratamiento de aguas residuales no puede ser requerido. Sin embargo, la evidencia reciente ha demostrado que los niveles muy bajos de ciertos contaminantes en aguas residuales, incluyendo las hormonas (de la agricultura animal y del residuo de píldoras humanas del control de la natalidad), pueden tener un impacto adverso imprevisible en el medio natural y potencialmente en seres humanos si el agua se reutiliza para el agua potable.

Las descargas incontroladas de las aguas residuales al ambiente no se permiten bajo ley, y los requisitos terminantes de la calidad del agua han de ser conocidos.

En comunidades pequeñas y ambientes rurales, las opciones técnicas suelen ser más sencillas, pero las consideraciones institucionales se combinan con las sociales y siguen siendo extremadamente importantes.

La economía forma parte de la decisión de dos maneras. No es sorprendente que las tecnologías más sencillas, seleccionadas por su facilidad de operación y mantenimiento, suelen ser las menos costosas para construir y operar. (2011, 07). PRINCIPALES PROBLEMAS AMBIENTALES DEL ECUADOR. *ClubEnsayos.com*..https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/PRINCIPALES-PROBLEMAS-AMBIENTALES-DEL-ECUADOR/29176.html

CAPITULO II

MARCO METODOLOGICO

2.- MODO INVESTIGATIVO

La elaboración de esta investigación se ejecuto entorno a criterios en la modalidad de no probabilística, intencional, en el que el investigador determina el universo de estudio, la población y el tamaño de la muestra de acuerdo a su criterio técnico, de tal manera que esta investigación estudió a la piedra liparita o vulcanita como elemento principal de un lecho filtrante y su eficacia en la remoción de parámetros físicos y químicos.

Esta investigación propone un modelo constructo teórico a partir de un estudio cuantitativo por medio de experiencia y una revision teórica de aplicaciones de filtros dinámico o intermitentes unifamiliares, lo cual se realizaron pruebas de laboratorio cuyos análisis son de resultados numérico y los elementos del problema del estudio son de naturaleza lineal.

El estudio tuvo un enfoque cualitativo, en donde se realizó las prueba, el cual se observó y describió características propias de las muestras, la investigación fue experimental, ya que se manipularon deliberadamente una o más variables independientes; para analizar las consecuencias que la manipulación tuvo sobre una o más variables dependientes dentro de una situación de control.

Se definió la variable independiente a la piedra liparita o vulcanita como materia prima para la elaboración de un filtro intermitente, y a la variable dependiente se establecen a las propiedades de la piedra liparita o vulcanita con documento técnico de Hesspumice.com.

Para la realización de este informe se recurrió a (Yepez Aldas E, 2010), “que refiere a la utilización de fuentes primarias como documentos y fuentes secundarias como: libros, revistas, periódicos, publicaciones, para poder desarrollar el conocimiento del objeto de estudio”.

2.1- Tipo de Investigación.

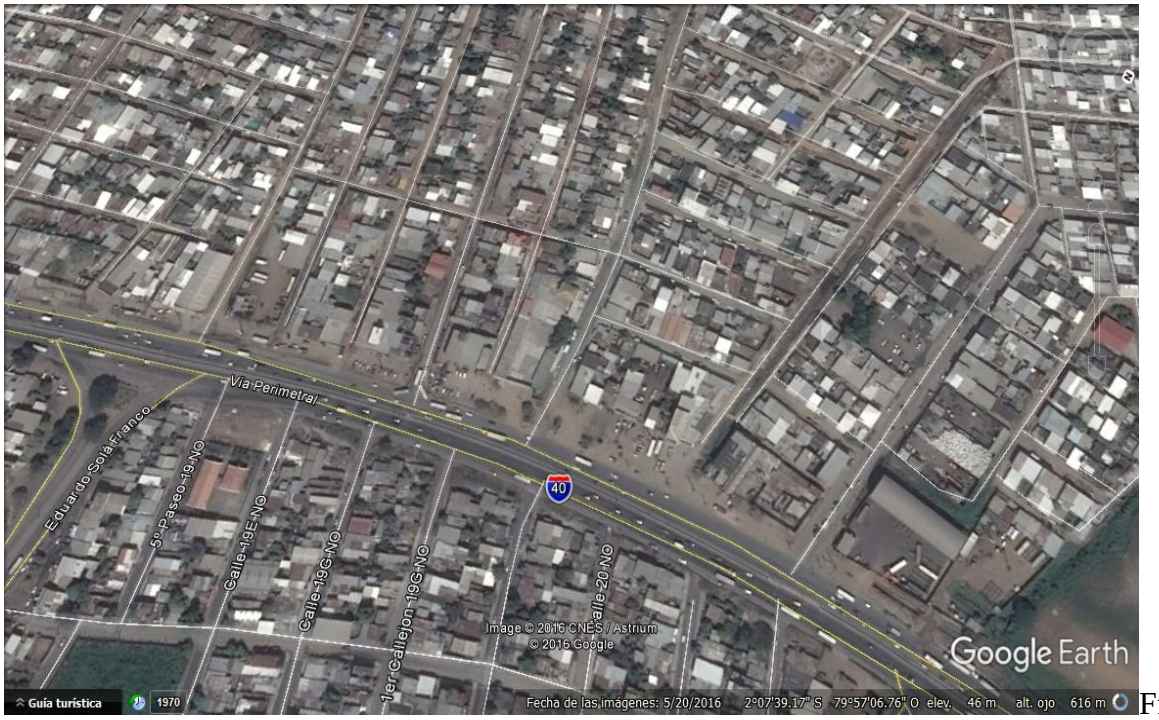
El tipo de investigación está de acuerdo con los objetivos formulados en la presente investigación experimental, ya que no existen suficientes informaciones teóricas relacionadas con el estudio en cuestión.

El estudio corresponde a una investigación de tipo descriptiva, que se lo toma en base a: describir, registrar, analizar e interpretar las propiedades de la piedra liparita o vulcanita como materia prima y el estudio de la eficiencia como material filtrante, a través de análisis de laboratorio realizados en la facultad de Ingeniería Química Laboratorio de Aguas acreditado por el SAE con acreditación No OAE LE C08 - 003 de la Universidad de Guayaquil.

2.2.- Características del Área De Estudio.

Geográficamente, el área de estudio, está ubicado en la Cooperativa Enner Parrales, Mz.-836, solares 23 y 24. Su localización satelital determina que se encuentra a una Latitud 2° 07 39, 17”S; una Longitud 79° 57 06, 76” O y una Altitud 46 m.s.n.m. En esta cooperativa se recogen las aguas residuales domésticas en un pozo séptico, el cual se encuentra saturado y roto por lo que se presenta rebose del agua servida ocasionando malestar a sus habitantes por la emanación de malos olores, acumulación de estas aguas en áreas de tráfico peatonal, gran presencia y actividad de vectores y mosquitos, generando un alto riesgo de molestias a la salud por ser un gran foco de infección.

Figura No.- 12 Ubicación geográfica



Ff

Fuente: Google Earth

2.3.-Descripción y funcionamiento

La acción de depuración se realiza en la capa superior, mientras que el resto de los estratos empleados no tienen más función que retener al inmediato superior y permitir el paso del agua.

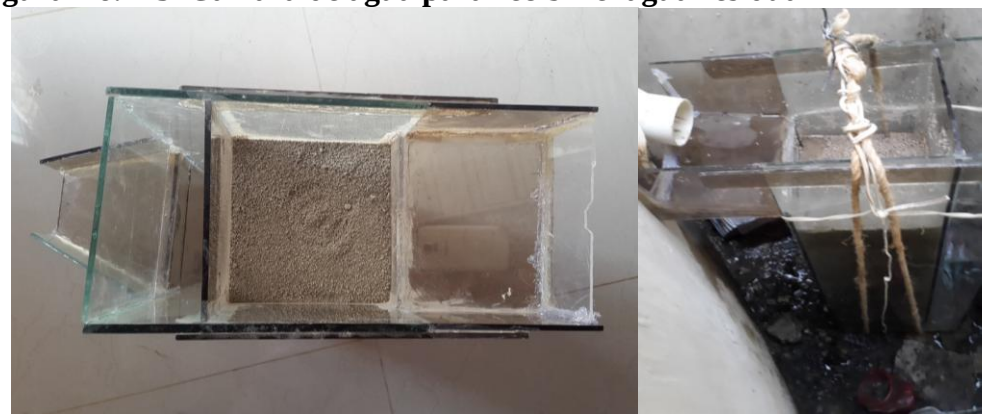
El influente que se aplica debe someterse previamente a unos procesos de desbaste y eliminación de grasas. Asimismo, para evitar una rápida colmatación de los poros de la piedra liparita o vulcanita, es conveniente que el influente pase previamente por unos tamices, o bien, sufran una decantación-digestión. Todas estas operaciones adquieren gran importancia al fundamentarse esta tecnología de depuración en procesos de filtración.

Tras el pretratamiento se efectúa la alimentación del filtro, de acuerdo al diseño que se escogido, que puede ser mediante una serie de tuberías que reparten el agua de la forma más

homogénea posible, sobre la superficie del lecho a fin de no erosionar la primera capa de material filtrante. En este caso, se diseñó una cámara para recibir el agua residual previa al contacto con el material filtrante (Fig.13), evitando la turbulencia que genera su llegada.

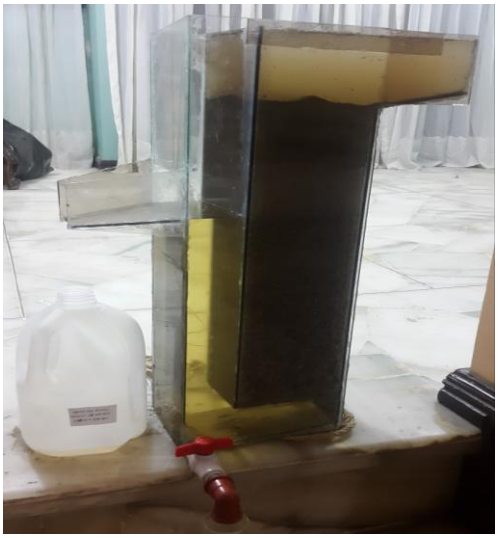
El influente tras su paso por el lecho filtrante, es recogido en una cámara que abarca el fondo del filtro y la parte lateral del filtro, a fin de ser utilizada para colocar el sistema para toma de muestra y al mismo tiempo como drenaje en caso de encontrarse residuos sólidos en el fondo. Luego el agua residual filtrada sube por el canal vertical y llega a otra cámara por donde será distribuida hasta su destino final.

Figura No.- 13 Cámara de agua para recibir el agua residual



Fuente: Elaboración propia

Figura No.- 14 Paso del afluente por el lecho filtrante



Fuente: Elaboración Propia

Su eficiencia se determina dependiendo de:

.-Tipo y bío-degradabilidad del agua residual

.-Características de diseño del filtro

.-Efectividad del material granular. Profundidad del medio

.-Tamaño de los granos, uniformidad, composición

.-Carga contaminante. Nivel de pre-tratamiento

.-Tasa de carga hidráulica. A mayor carga menor calidad. (EPA, 2012, a, b.)

2.4.- Recolección de aguas servidas domesticas

El lugar cuenta con sistema unifamiliar establecido en la comunidad, que consiste en la recolección convencional de aguas servidas por gravedad hacia un tanque séptico

Figura No.- 15 Pozo séptico

Fuente: Elaboración propia

2.5.- Medición del caudal de entrada

Para determinar el afluente que se carga al filtro, se procedió al cálculo del caudal mediante el aforo volumétrico, lo cual es utilizado específicamente para caudales pequeños, que consiste en la medición directa del tiempo que se tarda en llenar un recipiente de volúmenes conocido y para su determinación es una sencilla relación entre el volumen (V) dividido para el tiempo (t), en la siguiente tabla presenta los valores de cinco tomas, con el fin de determinar un caudal promedio y así tener una estimación cuantitativa.

Tabla No. 7 Aforo volumétrico

Muestra	t (s)	V (L)	Q (L/s)
1	40.59	1	0.0244
2	42.27	1	0.0237
3	39.39	1	0.0253
4	41.38	1	0.0242
5	41.32	1	0.0242
MÁXIMO: 0.0244	MÍNIMO: 0.0237	PROMEDIO: 0.0243	

Fuente: Elaboración propia

Figura No.- 16 Imagen de tomas para aforo volumétrico.

Fuente: Elaboración propia

2.6.- Filtración

Para el estudio se escogió el sistema de un medio filtrante descendente pero de diferentes granulometrías ya que el objeto de nuestra investigación es demostrar que la piedra liparita o vulcanita puede ser utilizada como lecho filtrante y que los parámetros físico-químicos obtenidos del agua residual doméstica a la salida del filtro, se encuentran bajo los límites máximos permisibles que exige la normativa ambiental vigente.

La especificación de un medio de filtración se basa en la retención de un tamaño mínimo de partículas y eficiencia de separación, así como en un tiempo aceptable de vida. (Díaz 2011)

Según Zurita (2010), el trabajo que los filtros desempeñan, dependen directamente de la mayor o menor eficiencia de los procesos preparatorios. La filtración puede efectuarse en muchas formas: Con baja carga superficial (filtros lentos) o con alta carga superficial (filtros rápidos), en medios porosos (pastas arcillosas, papel filtro) o en medios granulares (arena, antracita, granate o combinados), con flujo ascendente o descendente. Por último el filtro puede trabajar a presión o gravedad, según sea la magnitud de la carga hidráulica que exista sobre el lecho filtrante.

Según Zurita (2010), la filtración se identifica por la velocidad de pase del agua a través del medio filtrante, medida como variación o carga superficial (qF), asea el cociente entre el caudal (Q) y el área filtrante (AF).

$$qF = \frac{Q}{AF}$$

En donde:

qF = velocidad de filtración (m/h o cm/s)

AF = área filtrante

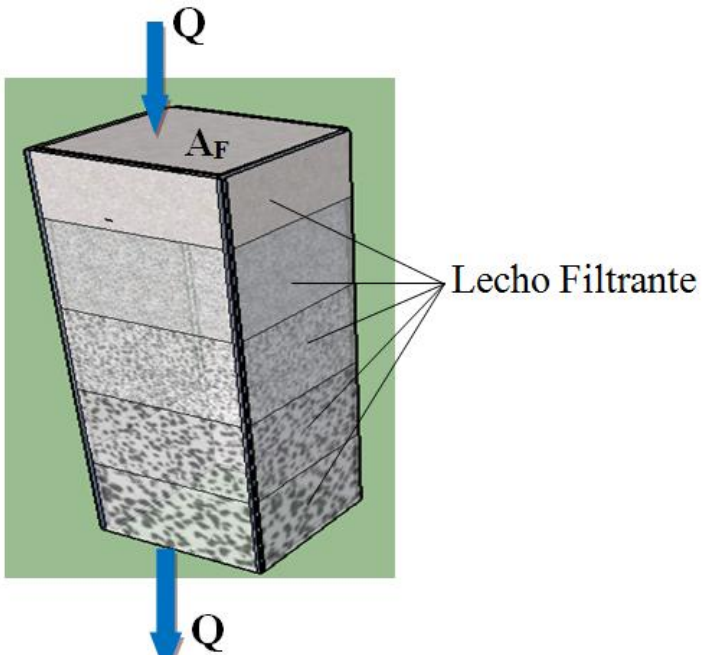
Q = caudal que entra al filtro

Tabla No. 8 Velocidad de filtración

Muestra	Q(L/s)	AF (cm^2)	qF
1	0.0244	0.0196	1.244
2	0.0237	0.0196	1.209
3	0.0253	0.0196	1.291
4	0.0242	0.0196	1.234
5	0.0242	0.0196	1.234
Promedio	0.0243	0.0196	1.239

Fuente: Elaboración propia

Figura No. 17 Esquema de velocidad de filtración



Fuente: Elaboración propia

En el diseño de la unidad piloto se considero los siguientes componentes:

a) Sistema de entrada de agua
b) Medio filtrante
c) Estructura del filtro (caja)
d) Sistema de drenaje
e) Sistema efluente
f) Sistema de lavado del filtro

La eliminación de los sólidos suspendidos se lleva a cabo, por el arrastre mecánico generado por el choque aleatorio y la sedimentación. Esto es debido a que las bacterias forman colonias en el medio granular, la autofiltración provocada por el crecimiento bacteriano favorece aún más la eliminación de sólidos y nutrientes.

2.7.-Toma de muestras de entrada (Afluente)

El muestreo se lo hizo con el fin de obtener una parte representativa del material bajo estudio cuerpo de agua, para el cual se analizaran las variables fisicoquímicas de interés, el volumen de la muestra se traslado hasta el lugar donde se hizo los análisis (laboratorios de aguas de la Facultad de Ingeniería Química.

En este caso se utilizo el tipo de muestra puntual la cual representa la composición de agua original para el lugar, tiempo y circunstancias particulares en las que se realizo su captación. Las tomas de las muestras para la alimentación del filtro se lo realizo en diferentes horario con el fin de tener funcionando el filtro piloto constantemente y de mantenerlo en condiciones normales.

Figura No. 18 Tomas de muestras de la entrada en diferentes horarios (Afluente)

Fuente: Elaboración propia

2.7.1.-Toma de muestras de salida (Efluente).

El muestreo se lo realizo en horas de la mañana con la misma metodología de la toma de muestras de entrada, a continuación presenta un cuadro descriptivo de la toma:

TABLA No. 9 caudal de muestras de la salida en diferentes horarios (Efluente)

Muestra	t 1	t 2	q(L)	Q(L/s)
1	7:00	8:29	3	0,00056
2	7:00	8:31	3	0,00055
3	3:00	4:28	3	0,00057
4	7:00	8:28	3	0,00057

Fuente: Elaboración propia

Figura No. 19 Tomas de muestras de la salida en diferentes horarios (Efluente)

Fuente: Elaboración propia

2.8.-Aplicaciones

La eficiencia de este material como es la piedra liparita o vulcanita proporciona una solución favorable para el empleo de sistemas de filtración o lechos filtrantes en comunidades

campestres o en núcleos habitacionales urbanos pequeños, no obstante, no debe aplicarse para el tratamiento de las aguas residuales domésticas generadas en comunidades grandes, ya que estos casos se incrementan y encarecen, notablemente, las operaciones y su mantenimiento.

2.8.1.-Ventajas

- La simplicidad de las labores operacionales y de mantenimiento se limitan a la regeneración de los lechos agotados (cada 10-12 días), para lo cual, una vez seca la superficie de los mismos se procede, mediante rastrillado a la eliminación de la costra superficial.
- No se producen lodos. Por último, se alisa la superficie, quedando el filtro preparado para el siguiente ciclo de operación.
    - Uso de mano de obra no calificada.
    - El sistema puede operar sin ningún consumo energético si el agua residual llega por gravedad a la estación de tratamiento
    - No requiere de productos químicos
    - Capacidad para soportar las oscilaciones de caudal y carga de las aguas a tratar
    - Profundidad del filtro: Max 1 -1.20m. Profundidad del lecho: Max 0.60 cm.

      Fuente: EPA, 2002, a, b.

2.8.2.-Desventajas

- Dependencia de las condiciones pluviométricas, que inciden sobre los tiempos necesarios para el secado de la costra superficial y, en consecuencia, afectan a la superficie necesaria de los lechos. Una pluviometría muy elevada invalida la implantación de esta tecnología.

2.9.- Rendimiento

Se establece que el filtro con piedra liparita o vulcanita en este estudio alcanzó una eficiencia de remoción muy satisfactoria ubicándose muy por debajo de los límites máximos permisibles estipulados en la normativa del Acuerdo ministerial No.- 083B; 097A; 140 Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Noviembre del 2015, cumpliendo con el objetivo del estudio de la reducción de parámetros o indicadores físico químico de aguas residuales domesticas, Es notable el tiempo de saturación de la piedra liparita o vulcanita ya que se determino que la absorción de humedad es casi instantánea.

Tabla No. 10 Rendimiento del filtros piloto de piedra liparita.

Parámetros	**% Reducción**	**Límites máximos permisibles**	**Promedio Efluente final (mg/l)**
Potencial de hidrogeno	90-90	6 -9	7.85
DBO 5	85-95	100	12.5
DQO	85-95	200	98.5
Sólidos suspendidos	90-98	130	4
Nitrógeno	30-40	-	120,5
Fosforo	70-80	10	7.4

Fuente: Elaboración propia límites permisibles Acuerdo ministerial No.- 083B; 097A; 140 Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Noviembre del 2015.

CAPITULO III

RESULTADOS

3.- Análisis e Interpretación De Resultados

En esta parte del estudio presento los resultados más relevantes que destacaron en el desarrollo de esta tesis, enfocándose a satisfacer los objetivos específicos establecidos en la introducción, la problemática de esta investigación es de evaluar y analizar el sistema de filtración y la eficiencia del material (piedra liparita o vulcanita), confirmar con análisis de laboratorio con certificación SAE, que los resultados cumplan con el propósito de reducir los parámetros físico y químicos del agua residual domestica.

3.1.- Caracterización del Afluente (entrada al filtro)

- Los parámetros mínimos a analizar se definieron de acuerdo con la Tabla No.4 Parámetros de control pag.19.
- El afluente se considera con una concentración de materia orgánica media debido a que la DBO5= 217 mg/l, está entre el rango de 150 y 350mg/l y una DQO =693mg/l. esta entre el rango de 350 y 700 mg/l según: Tabla No 5 Concentra De La Materia Orgánica En Aguas Residuales Domesticas pág. 21.
- El afluente tiene una relación DBO5/DQO =0.31 que corresponde a un índice moderado de Biodegradabilidad de la materia según: Tabla No 6 Parámetros de Biodegradabilidad de Aguas Residuales Domesticas
- Evaluando y analizando la información anterior se determino que a este afluente se puede implementar tecnología tipo biológica que son de bajo costo y sustentable para comunidades pequeñas o unifamiliares.

3.2.-Análisis Físico –Químico del Efluente (salida del filtro)

Los análisis físico-químicos se los realizaron en el Laboratorio Acreditado Facultad de Ingeniería Química se utilizaron los siguientes métodos:

Tabla No. 11 Métodos utilizados para la determinación de los parámetros

Parámetro	unidad	Método	Límites permisibles
PH	-	4500-HB PEE/UCC/LA/02	6 -9
DBO (5días)	mg/l	5210B PEE/UCC/LA/10	100
DQO	mg/l	5220D PEE/UCC/LA/03	200
Sol. Suspendidos	mg/l	2540D PEE/UCC/LA/05	130
Nitrógeno	mg/l	HACH 10071	-
Fósforo	mg/l	HACH 8190	10

Fuente: Elaboración propia límites permisibles Acuerdo ministerial No.- 083B; 097A; 140 Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Noviembre del 2015.

Tabla No 12 Muestra agua residual doméstica (afluente).

Tipo de muestra:	puntual	
Fecha:	19/10/2016	
Ubicación:	Cooperativa Enner Parrales	
Marco legal: Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo ministerial No. 083B – 097A; 140 noviembre del 2015.		
Parámetros:	Resultados	limites Max. Permisibles
PH	8.02	6 -9
DBO5	217 mg/l	100
DQO	693 mg/l	200
S.S	2.200 mg/l	130
Nitrógeno	181 mg/l	-
Fósforo	33 mg/l	10

Fuente: Elaboración propia datos de laboratorio

Tabla No 13 Muestra agua residual doméstica (efluente)

Tipo de muestra: puntual		
Fecha:	19/10/2016	
Ubicación:	Cooperativa Enner Palacios	
Marco legal:	Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo ministerial No. 083B – 097A; 140 noviembre del 2015.	
Parámetros:	Resultados	limites Max. Permisibles
PH	8.01	6 - 9
DBO5	11 mg/l	100
DQO	101 mg/l	200
S.S	7 mg/l	130
Nitrógeno	132 mg/l	-
Fósforo	6.5 mg/l	10

Fuente: Elaboración propia datos de laboratorio

Tabla No 14 Muestra agua residual doméstica (efluente)

Tipo de muestra: puntual		
Fecha:	21/10/2016	
Ubicación:	Cooperativa Enner Palacios	
Marco legal:	Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo ministerial No. 083B – 097A; 140 noviembre del 2015.	
Parámetros:	Resultados	limites Max. Permisibles
PH	8.03	6 - 9
DBO5	6 mg/l	100
DQO	83 mg/l	200
S.S	1 mg/l	130
Nitrógeno	109 mg/l	-
Fósforo	6.2 mg/l	10

Fuente: Elaboración propia datos de laboratorio

Tabla No. 15 Muestra agua residual doméstica (efluente)

Tipo de muestra:	puntual	
Fecha:	21/10/2016	
Ubicación:	Cooperativa Enner Palacios	
Marco legal:	Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo ministerial No. 083B – 097A; 140 noviembre del 2015.	
Parámetros:	Resultados	limites Max. Permisibles
PH	8.09	6 - 9
DBO5	5 mg/l	100
DQO	91 mg/l	200
S.S	1 mg/l	130
Nitrógeno	116 mg/l	-
Fósforo	6.4 mg/l	10

Fuente: Elaboración propia datos de laboratorio

Tabla No. 16Muestra agua residual doméstica (efluente)

Tipo de muestra:	puntual	
Fecha:	24/10/2016	
Ubicación:	Cooperativa Enner Palacios	
Marco legal:	Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo ministerial No. 083B – 097A; 140 noviembre del 2015.	
Parámetros:	Resultados	limites Max. Permisibles
PH	7.61	6 - 9
DBO5	20 mg/l	100
DQO	114 mg/l	200
S.S	2 mg/l	130
Nitrógeno	114 mg/l	-
Fosforo	8.6 mg/l	10

Fuente: Elaboración propia datos de laboratorio

Tabla No. 17 Resultados de laboratorio Obtenido del Filtro

No. De muestras	Fecha de recolección	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Sólidos suspendidos SS (mg/L)	Nitrógeno Total (mg/L)	Fósforo total (mg/L)	pH
1 ENTRADA	19/10/16	217	693	2200	181	33	8,02
2 SALIDA	19/10/16	11	101	7	132	6,5	8,01
3 SALIDA	21/10/16	6	83	1	109	6,2	8,03
4 SALIDA	21/10/16	5	91	1	116	6,4	8,09
5 SALIDA	24/10/16	20	114	2	114	8,6	7,61
Mínimo		5	83	1	109	6.2	7.61
Máximo		20	114	7	132	8.6	8.09
Promedio		12.5	98.5	4	120.5	7.4	7.85

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en el análisis de laboratorio determinan que la remoción de los parámetros contaminantes orgánicos del agua residual doméstica, DBO5, DQO, alcanzaron disminuir entre el 85 y 95%, demostrando que la piedra pómez (liparita o vulcanita) debe ser considerada de alta eficiencia como lecho filtrante.

Los lechos filtrantes de pumita de diferentes granulometrías pueden utilizarse en cualquier tipo de filtro, sean de torta, de turba, intermitentes con recirculación, sin recirculación, con sistema de bombeo o por gravedad.

Se logró determinar las diferentes granulometrías de la pumita y se conformaron 5 capas de 10 cm cada una y la capa superior, de menor granulometría, tiene 7 cm, llegando a conformarse un lecho filtrante eficiente.

Podemos determinar con los resultados obtenidos que en la remoción de los parámetros; los sólidos suspendidos disminuyeron en el rango del 98%, en nitrógeno se logró alcanzar una disminución en el rango del 30% al 40%. En el fósforo su disminución alcanza un rango aproximado del 80%.

En todos los casos la remoción de los parámetros contaminantes disminuye hasta ubicarse muy por debajo de límites máximos permisibles estipulados en la normativa ambiental vigente. Acuerdo ministerial No.- 083B; 097A; 140 Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Noviembre del 2015.

RECOMENDACIONES

- Es muy importante que el agua residual doméstica sea recolectada inicialmente en un biodigestor, permitiendo que el agua residual doméstica llegue al filtro libre de sólidos gruesos, grasas y aceites, a fin de incrementar la vida útil del lecho filtrante.

- Así mismo, permitirá facilitar la operación del filtro, minimizar los mantenimientos y mantener un flujo constante de agua filtrada.

- Considerar en el diseño las características del terreno donde se instalará el sistema, dado que se debe prevenir las inundaciones en época de lluvia.

- Construir el pozo séptico, en caso de ser recomendado, con bloques de piedra pómez, evitando construirlos de ladrillo.

- Utilizar este sistema sólo para comunidades pequeñas.

- Se lo puede utilizar como solución temporal en cabañas sanitarias en campamentos con tanques sépticos (tanques de 55 galones enterrado, perforado en el fondo, relleno con piedra liparita a una altura de 40cm).

- En el caso de generación desecho, la gestión de los mismos consiste en enterrarlo en fosas pequeña dejando una altura de 50cm entre la superficie y el nivel de los desechos.

BIBLIOGRAFIA

- Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización. Metcalf y Eddy. Editorial Mc Graw- Hill., México. 1995.

- Fundamentos de química. Burns Raalph a. compañía editorial ultra s.a. segunda edición. México, 1996.

- Aguas residuales industriales. Nemerow. editorial Blume. edición. España, 1997.

- Libro VI del Texto unificado de la Legislación Ambiental Secundaria - Ministerio del Ambiente.

- Manual de Evaluación de Impacto Ambiental, Segunda Edición. McGraw-Hill, España / Carter L. 1998.

- CRITES. TCHOBANOGLOUS. (2000). Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados, Tomo I, Editorial Mc Graw – Hill, Santa Fe Bogotá.

- CRITES. TCHOBANOGLOUS. (2000). Sistemas de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados, Tomo II, Editorial Mc Graw – Hill, Santa Fe Bogotá Colombia

- LAPEÑA. R. Miguel (2005). Tratamiento de aguas industriales, aguas de proceso y residuales. Editorial Alfa omega Barcelona España.
- REED, S.C.R.W. CRITES, OND E.J.MIDDLEBROOKS (1995).

- SCHULZ. R & OKUN. A (1990), Tratamiento de aguas superficiales para países en desarrollo, 1° Edición, Editorial Noriega, México

- INAMHI. Revistas Meteorológicas. 1978 – 2001.

- Tratamiento de Aguas Residuales. r. s. Ramalho. faculty of science and engineering. Laval University. Quebec, Canada.

- Ingeniería de la cinética química. j. m. Smith. mc graw-hill book company. sexta impresión. febrero 1991.

- Ingeniería de las reacciones químicas. Octave Levenspiel. departamento de ingeniería química de la universidad del estado de Oregón. ediciones repla s.a.

- Curso de química analítica. A. P.Kreshkow, A. A. Yaroslavtsev, Editorial Mir; Unión Sovietica

- Métodos estándar para análisis de aguas y aguas Residuales. AWWA. 20 th Edicion U.S.A 1995.

- Manual de referencias de la Ingeniería Ambiental, Robit a Corbitt, Editorial Mc. Graw-Hill. España, 2003.

- Kiely Gerard, 1999. Ingeniería Ambiental, Fundamentos, entornos, tecnologías y sistemas de gestión. Editorial McGraw-Hill. México.

- Contaminación Industrial en Guayaquil, Evaluación Preliminar. INEC, Instituto

- Nacional de Estadística y Censos. Año 1993.

- Sistema de Manejo de Aguas Residuales**.** Crites Tchobanoglous, Mac Graw Hill 2000

- Purificación de Agua. Romero Rojas Jairo. Editorial Escuela Colombiana. Colombia, 2000.

- Manual del Agua: su Naturaleza, Tratamiento y Aplicaciones. Nalco Chemical Company., U.S.A., 1995.

- Información Básica Sobre el Sistema Internacional de Unidades, INEN, Edicion. Ecuador 2000.

- Industrial Water Pollution Control. Eckenfelder Jr. Wesley, Editorial Mc Graw-Hill, U.S.A. 2000.

- Calidad del Agua, Romero Rojas Jairo. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Colombia, Noviembre 2002.

- Ingeniería de Aguas Residuales. tratamiento, vertido y reutilización, volumen 2; Metcalf & Eddy, Mac Graw Hill, Tercera Edición, 1995

- Doménech X., Jardim W.F., Litter M.I. "Procesos avanzados de oxidación para la eliminación de contaminantes" 2001, www.cnea.gov.ar/ambiental/CYTED. Capítulo1,3-25 (Visitado en marzo de 2010).

- Badawy M.I., Montaser Y.G., Tarek A. "Advanced oxidation processes for theremoval of organophosphorus pesticides from wastewater". Desalination, 194,166-175, (2006).

INTERNET

- http://techfil.eu/es/

- http//ecohabilitar.org/depuración-biológica-de-agua/

- http://www.hesspumice.com.

- http://www.microlabindustrial.com

- http://www.monografias.com/trabajos107/tratamiento-aguas-residuales-domesticas-aplicando-sistemas-unifamiliares/tratamiento-aguas-residuales-domesticas-aplicando-sistemas-unifamiliares.shtml#ixzz4I6bYYQtt.

- http://www.uclum.es/users/higueras/MAG/tema09/Tema_09_OtrosMin_5htm.
- http://plataunda.cl/minas/index, html.
- http://www.aquagroup.ec
- http://www.monografias.com/trabajos93/contaminacion-rios-ecuador-y-sus-alternativas-desarrollo/contaminacion-rios-ecuador-y-sus-alternativas-desarrollo.shtml#ixzz4I6WeulHI
- http://www.ecoportal.net/noti02/n737.html
- http://www.cel.uchile.cl/-eherren/oq651/apuntes1/fisicoquimica.html
- http://www.minem.pe/descripcion.php?idSector=4&idTitular=1194 (Estudio de impacto ambiental proyecto suplementario Yanacocha Oeste)
  http://www.microlabindustrial.com/
- http://www.eluniverso.com/estudio/2013/09/15/nota/1439796/descargas-aguas-negras-aun-mas-grave-estero)

.

ANEXO

RESULTADOS DE ANALISIS DE LABORATORIO

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD
LABORATORIOS
AGUAS PETROLEO Y MEDIO AMBIENTE
Facultad de Ingeniería Química
Universidad de Guayaquil
Cdla. Universitaria Salvador Allende
Teléfono: 2292949 - FAX: 2294772
Guayaquil - Ecuador

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL SAE CON ACREDITACIÓN
N° OAE LE C 08-003

INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO

INFORME N°: LA / 172 / 16

SOLICITADO POR:	ING. STIVEN SÁNCHEZ	
EMPRESA:	-	
DIRECCIÓN:	Urdenor II Mz 224 V23	
Fecha de inicio de análisis:	2016 / 10 / 19	Fecha de recepción:
Fecha de culminación de análisis:	2016 / 10 / 24	2016 / 10 / 19

IDENTIFICACIÓN DE LOS ANÁLISIS TABULADOS

A: MUESTRA AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
POZO SÉPTICO ENNER PARRALES (ENTRADA)

TIPO DE MUESTRA: PUNTUAL[1]
FECHA DE MUESTREO: 2016 / 10 / 19[1]

Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultados A	incert. U (k=2)	Límites Máximos Permisibles[2]	Método
Potencial de Hidrogeno.	pH		8.02	± 0.15	6 - 9	4500-H+B PEE/UCC/LA/02
*Demanda Bioquímica de Oxigeno (5 días)	$D.B.O._5$	mg/l	217	-	100	5210B PEE/UCC/LA/10
Demanda Quimica de Oxigeno	D.Q.O.	mg/l	693	± 63	200	5220D PEE/UCC/LA/03
**Sólidos suspendidos	-	mg/l	2 200	-	130	2540 D PEE/UCC/LA/05
*Nitrógeno	N	mg/l	181	-	-	HACH 10071
*Fósforo.	P	mg/l	33	-	10	HACH 8190

OBSERVACIONES:

*Los ensayos marcados (*) NO están incluidos en el alcande de la Acreditación del SAE.
**Rango de acreditación SST: 100 - 1 000 mg/l.

[1] Dato proporcionado por la empresa.
[2] Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo Ministerial N° 083B; 097-A; 140. Noviembre 2015.

ING. MARLON RAMIREZ
DIRECTOR TÉCNICO

Fecha de emisión:
2016 / 10 / 25

Los análisis fueron realizados de acuerdo al STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER, SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTE.

Nota: * Los resultados obtenidos en este informe son exclusivos de la Muestra sometida a ensayo.
* Queda prohibido la reproducción parcial o total de este informe sin previa autorización de esta Unidad.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD
LABORATORIOS
AGUAS PETROLEO Y MEDIO AMBIENTE
Facultad de Ingeniería Química
Universidad de Guayaquil
Cdla. Universitaria Salvador Allende
Teléfono: 2292949 - FAX: 2294772
Guayaquil - Ecuador

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO

POR EL SAE CON ACREDITACIÓN

N° OAE LE C 08-003

INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO

INFORME N°: LA / 172 / 16

SOLICITADO POR:	ING. STIVEN SÁNCHEZ	
EMPRESA:	-	
DIRECCIÓN:	Urdenor II Mz 224 V23	
Fecha de inicio de análisis:	2016 / 10 / 19	Fecha de recepción:
Fecha de culminación de análisis:	2016 / 10 / 24	2016 / 10 / 19

IDENTIFICACIÓN DE LOS ANÁLISIS TABULADOS

A: MUESTRA AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA — TIPO DE MUESTRA: PUNTUAL[1]
POZO SÉPTICO ENNER PARRALES (SALIDA) — FECHA DE MUESTREO: 2016 / 10 / 19[1]

Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultados B	incert. U (k=2)	Límites Máximos Permisibles[2]	Método
Potencial de Hidrogeno.	pH		8.01	± 0.15	6 - 9	4500-H⁺B PEE/UCC/LA/02
*Demanda Bioquímica de Oxigeno (5 dias)	$D.B.O._5$	mg/l	11	-	100	5210B PEE/UCC/LA/10
Demanda Quimica de Oxigeno	D.Q.O.	mg/l	101	± 27	200	5220D PEE/UCC/LA/03
**Sólidos suspendidos	-	mg/l	7	-	130	2540 D PEE/UCC/LA/05
*Nitrógeno	N	mg/l	132	-	-	HACH 10071
*Fósforo.	P	mg/l	6.5	-	10	HACH 8190

OBSERVACIONES:

*Los ensayos marcados (*) NO están incluidos en el alcande de la Acreditación del SAE.

**Rango de acreditación SST: 100 - 1 000 mg/l.

(1) Dato proporcionado por la empresa.

(2) Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo Ministerial N° 083B; 097-A; 140. Noviembre 2015.

ING. MARLON RAMIREZ
DIRECTOR TÉCNICO

Fecha de emisión:
2016 / 10 / 25

Los análisis fueron realizados de acuerdo al STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER, SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTE.

* Los resultados obtenidos en este informe son exclusivos de la Muestra sometida a ensayo.
Nota: * Queda prohibido la reproducción parcial o total de este informe sin previa autorización de esta Unidad.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD
LABORATORIOS
AGUAS PETROLEO Y MEDIO AMBIENTE
Facultad de Ingeniería Química
Universidad de Guayaquil
Cdla. Universitaria Salvador Allende
Teléfono: 2292949 - FAX: 2294772
Guayaquil - Ecuador

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO

POR EL SAE CON ACREDITACIÓN

N° OAE LE C 08-003

INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO

INFORME N°: LA / 173 / 16

SOLICITADO POR:	ING. STIVEN SÁNCHEZ	
EMPRESA:	-	
DIRECCIÓN:	Urdenor II Mz 224 V23	
Fecha de inicio de análisis:	2016 / 10 / 21	Fecha de recepción:
Fecha de culminación de análisis:	2016 / 10 / 26	2016 / 10 / 21

IDENTIFICACIÓN DE LOS ANÁLISIS TABULADOS

A: MUESTRA AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA — TIPO DE MUESTRA: PUNTUAL[1]
POZO SÉPTICO ENNER PARRALES (SALIDA) — FECHA DE MUESTREO: 2016 / 10 / 20[1]

Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultados A	incert. U (k=2)	Límites Máximos Permisibles[2]	Método
Potencial de Hidrogeno.	pH		8.03	± 0.15	6 - 9	4500-H$^+$B PEE/UCC/LA/02
*Demanda Bioquímica de Oxigeno (5 días)	$D.B.O._5$	mg/l	6	-	100	5210B PEE/UCC/LA/10
**Demanda Quimica de Oxigeno	D.Q.O.	mg/l	83	-	200	5220D PEE/UCC/LA/03
**Sólidos suspendidos	-	mg/l	1	-	130	2540 D PEE/UCC/LA/05
*Nitrógeno	N	mg/l	109	-	-	HACH 10071
*Fósforo.	P	mg/l	6.2	-	10	HACH 8190

OBSERVACIONES:

*Los ensayos marcados (*) NO están incluidos en el alcande de la Acreditación del SAE.

**Rango de acreditación SST: 100 - 1 000 mg/l; DQO: 100 - 900 mg/.

(1) Dato proporcionado por la empresa.

(2) Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo Ministerial N° 083B; 097-A; 140. Noviembre 2015.

ING. MARLON RAMIREZ
DIRECTOR TÉCNICO

Fecha de emisión:
2016 / 10 / 26

Los análisis fueron realizados de acuerdo al STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER, SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTE.

* Los resultados obtenidos en este informe son exclusivos de la Muestra sometida a ensayo.
Nota: * Queda prohibido la reproducción parcial o total de este informe sin previa autorización de esta Unidad.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD
LABORATORIOS
AGUAS PETRÓLEO Y MEDIO AMBIENTE
Facultad de Ingeniería Química
Universidad de Guayaquil
Cdla. Universitaria Salvador Allende
Teléfono: 2292949 - FAX: 2294772
Guayaquil - Ecuador

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL SAE CON ACREDITACIÓN
N° OAE LE C 08-003

INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO

INFORME N°: LA / 173 / 16

SOLICITADO POR:	ING. STIVEN SÁNCHEZ	
EMPRESA:	-	
DIRECCIÓN:	Urdenor II Mz 224 V23	
Fecha de inicio de análisis:	2016 / 10 / 21	Fecha de recepción:
Fecha de culminación de análisis:	2016 / 10 / 26	2016 / 10 / 21

IDENTIFICACIÓN DE LOS ANÁLISIS TABULADOS

A: MUESTRA AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA — TIPO DE MUESTRA: PUNTUAL[1]
POZO SÉPTICO ENNER PARRALES (SALIDA) — FECHA DE MUESTREO: 2016 / 10 / 21[1]

Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultados B	incert. U (k=2)	Limites Máximos Permisibles[2]	Método
Potencial de Hidrogeno.	pH		8.09	± 0.15	6 - 9	4500-H$^+$B PEE/UCC/LA/02
*Demanda Bioquímica de Oxigeno (5 días)	$D.B.O._5$	mg/l	5	-	100	5210B PEE/UCC/LA/10
**Demanda Química de Oxigeno	D.Q.O.	mg/l	91	-	200	5220D PEE/UCC/LA/03
**Sólidos suspendidos	-	mg/l	1	-	130	2540 D PEE/UCC/LA/05
*Nitrógeno	N	mg/l	116	-	-	HACH 10071
*Fósforo.	P	mg/l	6.4	-	10	HACH 8190

OBSERVACIONES:

*Los ensayos marcados (*) NO están incluidos en el alcande de la Acreditación del SAE.

**Rango de acreditación SST: 100 - 1 000 mg/l; DQO: 100 - 900 mg/.

(1) Dato proporcionado por la empresa.

(2) Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo Ministerial N° 083B; 097-A; 140. Noviembre 2015.

ING. MARLON RAMIREZ
DIRECTOR TÉCNICO

Fecha de emisión:
2016 / 10 / 26

Los análisis fueron realizados de acuerdo al STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER, SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTE.

* Los resultados obtenidos en este informe son exclusivos de la Muestra sometida a ensayo.
Nota: * Queda prohibido la reproducción parcial o total de este informe sin previa autorización de esta Unidad.

UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL

UNIDAD DE CONTROL DE CALIDAD
LABORATORIOS
AGUAS PETROLEO Y MEDIO AMBIENTE
Facultad de Ingeniería Química
Universidad de Guayaquil
Cdla. Universitaria Salvador Allende
Teléfono: 2292949 - FAX: 2294772
Guayaquil - Ecuador

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO

POR EL SAE CON ACREDITACIÓN

N° OAE LE C 08-003

INFORME DE ANALISIS FISICO - QUIMICO

INFORME N°: LA / 175 / 16

SOLICITADO POR:	ING. STIVEN SÁNCHEZ	
EMPRESA:	-	
DIRECCIÓN:	Urdenor II Mz 224 V23	
Fecha de inicio de análisis:	2016 / 10 / 24	Fecha de recepción:
Fecha de culminación de análisis:	2016 / 10 / 29	2016 / 10 / 24

IDENTIFICACIÓN DE LOS ANÁLISIS TABULADOS

A: MUESTRA AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA
POZO SÉPTICO ENNER PARRALES (SALIDA)

TIPO DE MUESTRA: PUNTUAL[1]
FECHA DE MUESTREO: 2016 / 10 / 24[1]

Parámetros	Expresado como	Unidad	Resultados A	incert. U (k=2)	Límites Máximos Permisibles[2]	Método
Potencial de Hidrogeno.	pH		7.61	± 0.15	6 - 9	4500-H+B PEE/UCC/LA/02
*Demanda Bioquímica de Oxigeno (5 días)	D.B.O.$_5$	mg/l	20	-	100	5210B PEE/UCC/LA/10
**Demanda Quimica de Oxigeno	D.Q.O.	mg/l	114	± 27	200	5220D PEE/UCC/LA/03
**Sólidos suspendidos	-	mg/l	2	-	130	2540 D PEE/UCC/LA/05
*Nitrógeno	N	mg/l	114	-	-	HACH 10071
*Fósforo.	P	mg/l	8.6	-	10	HACH 8190

OBSERVACIONES:

*Los ensayos marcados (*) NO están incluidos en el alcande de la Acreditación del SAE.

**Rango de acreditación SST: 100 - 1 000 mg/l.

(1) Dato proporcionado por la empresa.

(2) Legislación Ambiental para descargas a un cuerpo de agua dulce. Acuerdo Ministerial N° 083B; 097-A; 140. Noviembre 2015.

ING. MARLON RAMIREZ
DIRECTOR TÉCNICO

Fecha de emisión:
2016 / 10 / 31

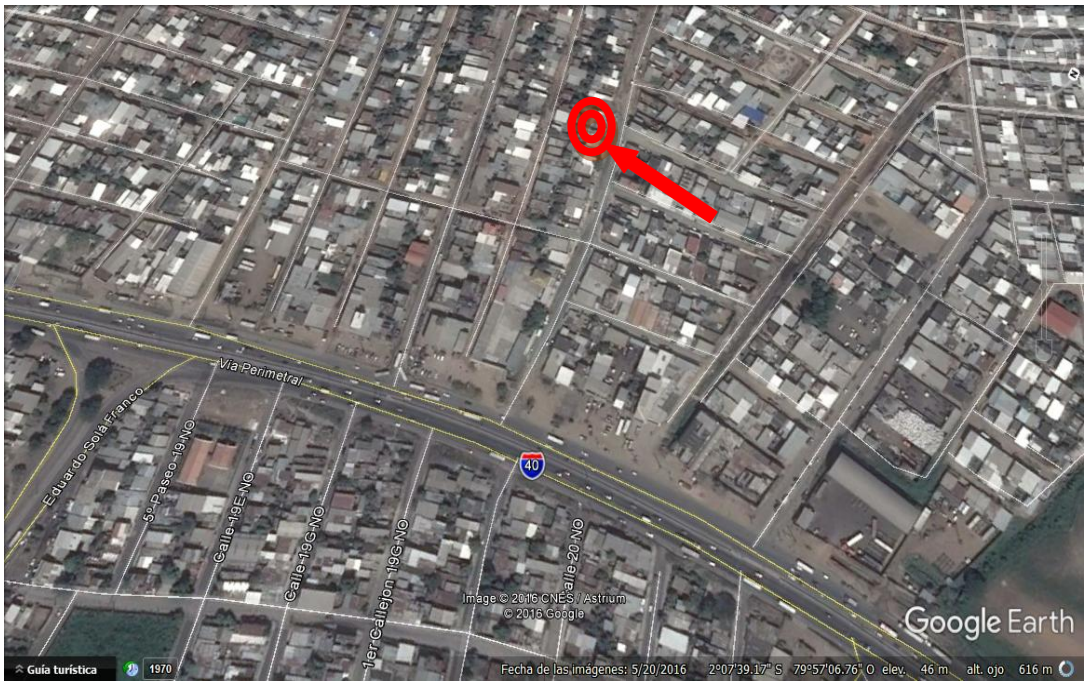
Los análisis fueron realizados de acuerdo al STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER, SEWAGE AND INDUSTRIAL WASTE.

* Los resultados obtenidos en este informe son exclusivos de la Muestra sometida a ensayo.

Nota: * Queda prohibido la reproducción parcial o total de este informe sin previa autorización de esta Unidad.

FOTO POZO SEPTICO

UBICACIÓN: Ubicación geográfica 2°07’39,17”S 79°57’06,76” elev. 46m alt. Ojo 616m.



Fuente: GOGLE EARTH

FOTO CANTERA: Vía a la Aurora Pascuales km 17.2 (frente a la urbanización Joya)

FOTOS DE FILTRO EN FUNCIONAMIENTO

FOTO DE TOMA DE MUESTRAS DEL AFLUENTE

FOTO DE TOMAS DE MUESTRA EN EL EFLUENTE

Lab Samples Available : Contact us at 1 (208) 766-4777 x111
to discuss your needs and/or to request a sample.

Hess Pumice extracts and refines the world's purest commercial deposit of white pumice. In continual operation since 1958, we're the largest producer of finely ground processed pumice on earth.

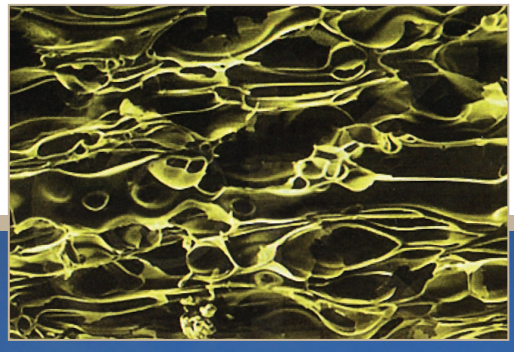
Typical Technical Properties

CHEMICAL ANALYSIS

- Silicon Dioxide - 74%
- Aluminum Oxide - 12.6%
- Ferric Oxide - 1.2%
- Ferrous Oxide - 0.7%
- Sodium - 2.1%
- Potassium - 3.0%
- Calcium - 0.7%
- Titanium Dioxide - 0.1%
- Magnesium Oxide - 0.3%
- Water - 3.4%

PHYSICAL PROPERTIES of PUMICE

- Chm Name: Amorphous Aluminum Silicate
- Hardness (MOHS): 5.8 - 6.1
- pH: 7.2
- Radioactivity: None
- Softening Point: 900 degrees C
- Water Soluble Substances: 0.15%
- Reactivity: Inert
  (except in the presence of calcium hydroxide or hydrofluoric acid)
- Appearance: White powder



Magnified view of pumice vesicles.

hesspumice.com