

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA  
UNAN-MANAGUA  
INSTITUTO POLITÉCNICO DE LA SALUD  
UNAN-POLISAL**



**TRABAJO MONOGRÁFICO PARA OPTAR AL TÍTULO LICENCIATURA EN  
MICROBIOLOGÍA**

**TEMA**

**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016**

**AUTORA**

Br. Lesbia Vanessa Lacayo Quintana

**TUTORES**

Lic. Argentina Zelaya

PhD. Ing. Víctor Tirado Picado

Managua, Nicaragua, Diciembre 2016

## CONTENIDO

CAPITULO I .....	6
GENERALIDADES .....	6
1.1. INTRODUCCIÓN .....	7
1.2. ANTECEDENTES .....	8
1.3. JUSTIFICACIÓN .....	9
1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	10
1.5. OBJETIVOS .....	11
1.5.1. OBJETIVO GENERAL .....	11
1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	11
1.6. MARCO TEÓRICO .....	12
1.6.1. FILTROS .....	12
1.6.2. TIPOS DE FILTROS .....	12
1.6.3. MEDIO DE SOPORTE .....	15
1.6.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS .....	17
1.6.5. COLIFORMES TERMOTOLERANTES Y <i>E. COLI</i> .....	20
1.6.6. IMPORTANCIA DE FILTRO ROCOSO A NIVEL AMBIENTAL .....	21
1.7. HIPÓTESIS .....	24
1.8. DISEÑO METODOLÓGICO .....	24
1.8.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO .....	24
1.8.2. TIPO DE ESTUDIO .....	25
1.8.3. TIEMPO DE EJECUCIÓN .....	25
1.8.4. UNIVERSO .....	26
1.8.5. MUESTRA .....	26
1.8.6. CRITERIOS DE INCLUSIÓN .....	26
1.8.7. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN .....	26
1.8.8. MUESTREO .....	27
1.8.9. PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS MEDIANTE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS (NMP) PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES Y <i>E. COLI</i> .....	27
1.8.10. UNIDAD DE ANÁLISIS: FILTRO ROCOSO .....	28

---

1.8.11.	DESCRIPCIÓN DEL FILTRO ROCOSO.....	28
1.8.12.	OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	32
CAPITULO II.....		34
DESARROLLO.....		34
2.1.	IMPLEMENTACIÓN DE FILTRO ROCOSO .....	35
2.1.1.	TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL FILTRO ROCOSO .....	37
2.2.	DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL FILTRO ROCOSO A NIVEL BACTERIOLÓGICO .....	38
2.2.1.	RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS.....	39
2.2.2.	PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS .....	40
2.2.3.	EFICIENCIA OBTENIDA DEL FILTRO ROCOSO.....	43
2.3.	IMPORTANCIA DEL FILTRO ROCOSO COMO POST-MECANISMO DE REMOCIÓN BACTERIANA, PARA EL BENEFICIO DEL MEDIO AMBIENTE.....	44
CAPITULO III.....		45
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....		45
3.1.	IMPLEMENTACIÓN DEL FILTRO.....	46
3.2.	EFICIENCIA OBTENIDA DEL FILTRO ROCOSO, IMPLEMENTADO COMO POST-MECANISMO DE REMOCIÓN BACTERIANA.....	48
3.3.	IMPORTANCIA DEL FILTRO ROCOSO COMO POST-MECANISMO DE REMOCIÓN BACTERIANA, PARA EL BENEFICIO DEL MEDIO AMBIENTE.....	54
.....		54
CAPITULO IV .....		55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		55
4.1.	CONCLUSIONES.....	56
4.2.	RECOMENDACIONES .....	57
BIBLIOGRAFÍA.....		58
ANEXOS.....		59

## **DEDICATORIA**

Este proyecto investigativo lo dedico principalmente a Dios todo poderoso, por darme fe, salud y a mis amados y esforzados padres, María de Jesús Quintana Escorcía y Rodolfo Antonio Lacayo Romero; por haber sido los pilares que sostuvieron mi crecimiento intelectual y espiritual en medio de las adversidades que pudieron haberme hecho fracasar.

Dedico este proyecto a una persona muy especial que supo sostener mi mano y me ayudo a levantarme tras cada caída; mi hermana gemela, Aura Massiel Lacayo Quintana, gracias por estar a mi lado de forma incondicional.

Finalmente, dedico este documento de forma muy especial a la persona que me enseñó que el conocimiento es una expresión del amor; PhD. Ing. Victor Rogelio Tirado Picado, gracias por ser esa esperanza que un día vi perdida.



## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por darme fuerza, fe y esperanza para poder culminar esta etapa de mi vida. A mi familia por ser guía espiritual y motivadora en mi vida, gracias por apoyarme en medio de tantas dificultades y caídas, gracias por levantarme y hacerme ver que el querer es poder. Fueron y serán mi inspiración; un ejemplo a seguir, gracias por ser mi familia.

Deseo agradecer de forma muy especial a los docentes que me guiaron en estos 5 años de estudio, en especial a mi estimada Lic. Lorena Ortega, quien ha sido una consejera y guía en mis 5 años de estudios universitarios, también quiero hacer mención especial a mi estimado PhD. Ing. Victor tirado, quien fue y será un ejemplo a seguir para esta institución, gracias por haberme acompañado hasta el final.

Deseo reconocer y agradecer el financiamiento recibido por los Fondos para Proyectos de Investigación, dirigido por la Dirección de Post-grado, a mi alma mater UNAN-Managua, Instituto Politécnico de la Salud-POLISAL y a la administración de UNAN-Managua por haber colaborado en el proyecto. También deseo hacer mención y agradecer a Ing. Craudy Norori por abrirnos las puertas de ENACAL y permitirme realizar este proyecto en las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, y agradezco a la Directora del Centro de Investigación de Recursos Acuáticos, MSc. Selvia Flores, por haber brindado un aporte importante a este proyecto.

Agradezco y revelo la participación directa de dos futuros ingenieros químicos, mi hermana gemela, Aura Massiel Lacayo Quintana y a mi amigo incondicional, Kevin Mauricio Dominguez Castro.

*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*

---

# CAPITULO I GENERALIDADES

EL CONOCIMIENTO ES UNA EXPRESION DEL AMOR.

*Vanessa Lacayo.*

## **1.1. INTRODUCCIÓN**

El presente trabajo estará basado en la implementación de un filtro con membrana de filtración rocosa en la planta de tratamiento del municipio de Masatepe. Se determinará la eficiencia del filtro utilizando la técnica de Número más probable para caracterizar el comportamiento de la carga bacteriana presente en el efluente, ya que se pretende utilizar el filtro como post-mecanismo de remoción bacteriana en plantas de tratamiento.

Es de relevancia destacar que la Laguna de Masaya carece de salud ambiental debido a la contaminación que está provocando el hecho de verter aguas residuales tratadas. Desde otro punto de vista se destacan afecciones clínicas en los habitantes cercanos de la Laguna de Masaya, ya que se han reportados muchos casos de infecciones gástricas y enfermedades de la piel; siendo mayormente afectados los niños y ancianos (Savallos., 2005).

La ejecución de este filtro con membrana rocosa tendrá como objetivo principal disminuir la carga bacteriana de efluentes obtenidos de plantas de tratamiento; será desarrollado como prototipo de menor escala con el propósito de que se dé a conocer su eficiencia y en un futuro sea un aporte beneficioso a mayor escala.

Se debe de reconocer la importancia de la remoción bacteriana a nivel ambiental ya que de una u otra forma se pretende recuperar la salud del ecosistema utilizando este mecanismo de filtración para la adaptación al cambio climático y evitar enfermedades generadas por el mismo.

## **1.2. ANTECEDENTES**

En el año 2002, la ingeniera química egresada de la Universidad de Zulia ubicada en Venezuela, julio del año 2001, realiza una investigación referente a la implementación de un filtro de flujo horizontal con membrana rocosa con el fin de evaluar diversos parámetros para garantizar un mejoramiento en la calidad de efluentes obtenidos en una planta de tratamiento de aguas residuales. Los resultados fueron los siguientes; 80% de remoción para la turbidez, 81% para el color aparente, 69% para la DQO, 74% para la DBO, 92.1% y 85.6% para los CT y CF respectivamente. Este estudio fue publicado en la revista SCIELO en el año 2003.

En el año 2008, María Altamirano, Claudia Mercado y Jeseit Rosales realizaron una investigación en UNAN-Managua a escala piloto para determinar la eficiencia de un filtro rocoso implementado en San Marcos, Carazo. La eficiencia en remoción se refleja de la siguiente manera; DQO 67.84%, DBO 48.14%, sólidos totales suspensos 82.77%. En cuanto a la remoción de sólidos totales disueltos y coliformes termotolerantes este tipo de tratamiento no resultó muy adecuado para el tiempo de retención hidráulica empleada, ya que no se observó remoción bacteriana.

En el año 2012, Maigual Enriquez Y. A, publicó un artículo en la Revista Electrónica de Ingeniería en Producción Acuícola ISSN 1909- 8138, basándose en el MEJORAMIENTO DEL EFLUENTE DE PISCICULTURA UTILIZANDO UN FLOCODECANTADOR DE MANTA DE LODO ASOCIADO A UN FILTRO DESCENDIENTE DE ARENA. Las eficiencias de remoción en sólidos suspendidos, DBO y DQO fueron de 92,80%, 99,27% y 93,1% respectivamente. Estas eficiencias en la remoción muestran que el floco-decantador de manta de lodo junto al filtro de arena favorece a la obtención de un efluente con posibilidades para ser reutilizado o ser lanzado en el cuerpo hídrico sin presentar un peligro potencial para su calidad.

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

El presente estudio estará dirigido a la recuperación de la salud ambiental de nuestro país, ya que se logra percibir a simple vista una contaminación en la Laguna de Masaya, ya que está actúa como cuerpo receptor de aguas residuales tratadas que no cumplen con ciertos parámetros establecidos. Entre los parámetros más arduos de remover tenemos la relativa remoción bacteriológica y la nula remoción de grasas y detergentes.

Este tipo de estudio beneficia directamente la calidad ambiental de nuestro país, ya que reduciendo la contaminación se espera disminuir los riesgos ambientales respecto a los cambios climáticos que podrían llegar a ser desastres naturales y que al final de cuentas afecta la salud de las personas que están a los alrededores de la Laguna de Masaya.

La implementación de estos filtros con membrana filtrante rocosa es de bajo costo y de durabilidad provechosa, el material de filtración a utilizar sería el hormigón rojo ya que es una piedra natural de origen volcánico con propiedades físicas de absorción altas. De esta manera se logrará obtener un costo-beneficio equilibrado.

Al someter el efluente de la planta de tratamiento a un sistema de filtración se espera obtener una disminución de la carga bacteriana del efluente obtenido de la planta de tratamiento del municipio de Masatepe la cual desemboca en un cauce natural que se dirige directamente a la laguna de Masaya.

#### 1.4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Se podrá determinar la eficiencia del filtro con membrana de filtración rocosa de hormigón rojo para el post-mecanismo de remoción bacteriana en efluentes obtenidos de la planta de tratamiento para aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016?

PROBLEMA.	CAUSA.	EFEECTO.
Calidad inadecuada de los efluentes obtenidos de la planta de tratamiento que son vertidos al cuerpo de agua receptor.	Tratamiento deficiente adquirido de la planta de tratamiento.	Contaminación del cuerpo de agua receptor y riesgo en la salud de la población humana.

- 1) ¿Se logrará implementar el filtro rocoso para el post-tratamiento de aguas residuales en la planta de tratamiento ubicada en el municipio de Masatepe?
- 2) ¿Serán eficientes los filtros con material filtrante rocoso de flujo vertical implementado para post-tratamiento del efluente de la planta de tratamiento en estudio?
- 3) ¿Se podrá comprobar la eficiencia del filtro implementado como post-mecanismo de remoción bacteriana mediante análisis microbiológicos y disponiendo de un período de 5 meses?
- 4) ¿Se logrará reconocer la importancia del impacto ambiental generado por este tipo de residuos?

## **1.5. OBJETIVOS**

### **1.5.1. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales en el municipio de Masatepe, en el período de junio-noviembre del año 2016.

### **1.5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Implementar un filtro con cuerpo de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana en aguas residuales.
- Determinar la eficiencia del filtro rocosa mediante la técnica microbiológica de Número más Probable para determinar coliformes termotolerantes y *Escherichia coli*.
- Describir la importancia del filtro rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana para el beneficio del medio ambiente.

## **1.6. MARCO TEÓRICO**

### **1.6.1. FILTROS**

Un filtro es una unidad de tratamiento en el cual se realizará o se desarrollará un proceso de depuración. La filtración biológica y anaeróbica es un método de oxidación de la materia orgánica en suspensión que aún queda después del tratamiento primario y secundario (Maria Altamirano, 2008).

Esta combina el cribado, sedimentación y contacto intersticial para transferir los sólidos en suspensión o flóculos a la superficie del medio filtrante; en el cribado se retienen los sólidos en suspensión y flotantes mayores que la abertura entre los granos. (Ver anexo 3, foto 13).

La sedimentación se da a través del efecto de la gravedad sobre las partículas, aunque se considera depreciable, dado que la velocidad de la sedimentación de las partículas es mucho más pequeña en comparación a la velocidad intersticial; el contacto intersticial es cuando se generan flóculos biológicamente activos de organismos vivientes, además de estos procesos, también se presenta el fenómeno de adsorción que no es más que la tendencia de los sólidos a formar en su superficie una capa material con la cual se encuentra en contacto.

### **1.6.2. TIPOS DE FILTROS**

#### **FILTROS DE ARENA**

La filtración por arena es una de las técnicas de tratamiento de aguas negras más antiguas que se conoce. Los filtros de arena son lechos o camas de material granular, o arena y drenados o escurridos por debajo para que las aguas negras pre-tratadas puedan ser tratadas, recogidas y distribuidas por el sistema de aplicación al suelo (Maria Altamirano, 2008).



Estos se usan por lo general para pulir el efluente de tanques sépticos u otros procesos de tratamiento antes de distribuirlo sobre el suelo. El filtro de arena típico es una caja hermética forrada, generalmente de concreto o plástico y lleno de cierto material arenoso.

## **FILTRO DE ROCA**

Consisten en lechos de piedras submersos en los cuales se remueven sólidos suspendidos (algas) a través de la sedimentación a medida que el agua fluye a través del lecho. Las algas acumuladas en el filtro se degradan biológicamente liberando nutrientes que son utilizados por las bacterias que crecen en la superficie del filtro (María Altamirano, 2008).

El desempeño de estos filtros depende de la carga de aplicación, se sitúan en un orden de  $1 \text{ m}^3$  de efluente por  $1 \text{ m}^3$  de filtro de piedra por día. Las piedras poseen dimensiones entre 50 mm y 200 mm (valores mayores reducen el área de exposición superficial, las menores pueden conducir a estancamientos y cortocircuitos). La altura del lecho debe de ser de 1.5 m a 2 m.

En este tipo de filtro el agua puede fluir de manera horizontal o vertical, los de tipo vertical pueden ser a su vez de flujo ascendente o descendente. Son más recomendados los de flujo ascendente, ya que al ser introducidos por debajo de la camada superficial pueden evitarse malos olores. (Ver anexo 3, imagen 3).

Los filtros de rocas presentan ventajas en cuanto a sus bajos costos de construcción y operación. En cuanto a sus desventajas se pueden mencionar los malos olores especialmente cuando las aguas residuales poseen concentraciones significativas de sulfato (mayores a  $50 \text{ mg l}^{-1}$ ). Además el período de diseño y los procedimientos de limpieza para estos filtros no han sido establecidos aun.

## **FILTROS ANAEROBIOS**

Los tratamientos aerobios y anaerobios constituyen las dos grandes alternativas de depuración biológica de aguas residuales y residuos orgánicos fermentables. Sin embargo, el hecho de no necesitar aeración y la generación de biogás, que se puede utilizar en la misma planta con finalidades energéticas, hacen que la digestión anaerobia resulte mucho más favorable económicamente, permitiendo en muchos casos la autonomía o autosuficiencia de las plantas de tratamiento.

Este tratamiento, a temperaturas superiores a 20°C, permite eficiencias de depuración del 55% al 75% en la eliminación de DQO, del 65% al 80% en la eliminación de  $DBO_5$ . La temperatura es una de las variables que más influyen en el proceso, cuya eficiencia decrece por debajo de 15°C. Por esta razón, el proceso anaerobio está teniendo una especial importancia en los países de clima cálido.

El proceso de degradación anaerobia se llevará a cabo en ausencia de oxígeno. Un gran número de microorganismos que trabajan en serie o en serie-paralelo, degradan la materia orgánica en sucesivas etapas. En una aproximación general, podemos diferenciar tres etapas fundamentales, la etapa de hidrólisis-ácido (ácidos), etapa de homoacetogénesis y por último la de metanogénesis.

En el proceso anaerobio, solo una pequeña cantidad de la energía contenida en el sustrato es utilizada en el mantenimiento y crecimiento celular, quedando una gran parte en los productos, en forma de biogás. Esto hace que el tiempo de crecimiento sea lento, lo que condiciona el diseño y la operación de los digestores anaerobios.

Los filtros anaerobios son utilizados para tratamiento por lo menos desde la década de 1990. Un filtro anaerobio es un tanque que contiene material de relleno formando un lecho fijo. En cada capa del lecho ocurre el desarrollo de microorganismos que se agrupan en flóculos en los intersticios de este material.

Los filtros anaerobios pueden ser de varias formas, configuraciones y denominaciones siempre que se obtenga un flujo bien distribuido a través del lecho, los más utilizados son los del flujo ascendente o descendente.

El filtro anaerobio es un reactor en cuyo interior se dispone de un medio de transporte (lecho), con flujo ascendente o descendente y régimen de flujo básico de tipo pistón (Maria Altamirano, 2008).

Es una de las alternativas de mayor aplicación para aguas residuales industriales de concentración media y alta (superior a  $1500 \text{ DQOmg l}^{-1}$ ) y con buen desempeño en el tratamiento de desechos del procesamiento de la carne, la leche, ácido láctico y de otros productos agroindustriales como la caña de azúcar y el café.

En este tipo de reactor, la remoción de la materia orgánica ocurre a lo largo de toda la altura del medio de soporte; por tal razón, se recomienda que deben ser construidos preferiblemente con alturas superiores a 2.5 m. en el tratamiento de efluentes más diluidos, la remoción de materia orgánica ocurre principalmente en la parte inferior del filtro anaerobio, pudiéndose usar alturas más reducidas de medio de soporte.

### **1.6.3. MEDIO DE SOPORTE**

También conocido como medio filtrante, puede ser de piedra triturada o un plástico manufacturado especialmente para tal fin, el medio debe de ser durable, resistir al desquebrajamiento, insoluble y no debe aportar sustancias indeseables al agua tratada (Maria Altamirano, 2008).

Dentro de las características físicas y geométricas, las rocas y medios similares no contendrán material alargado o achatado, polvo, barro, arena o material fino, las dimensiones máximas serán de 12.7 cm. Cuando se emplee medio plástico

manufacturado, la suficiencia de este medio se evaluará con base en la experiencia previa con instalaciones que traten aguas y cargas similares.

El uso de medio de soporte en los reactores biológicos permite la retención de sólidos al interior del mismo, a través del biofilme formado en su superficie y, principalmente, en los intersticios del lecho. Este material generalmente ocupa entre 50% a 70% de la altura total del reactor.

Las principales finalidades del medio de soporte o medio filtrante son:

- Mejorar el contacto entre el sustrato y los sólidos biológicos contenidos en el reactor.
- Facilitar un flujo uniforme en el reactor.
- Permitir la acumulación de gran cantidad de biomasa.
- Actuar como una barrera física, evitando que los sólidos sean arrastrados por fuera del sistema de tratamiento.
- Actuar como un dispositivo para separar los sólidos de los gases.

### **HORMIGON ROJO COMO MEDIO FILTRANTE**

El hormigón rojo es una piedra de origen volcánico compuesto de partículas e interconectadas entre sí. Geológicamente son piroclastos de color rojizo, presentan una estructura masiva, si bien parece observarse una laminación muy grosera definida por los granos de mayor tamaño, no presentan ninguna cementación, debido a su estabilidad (Maria Altamirano, 2008)

En Nicaragua estos se encuentran de forma abundante en la zona oeste de Managua, uno de estos yacimientos se encuentra en las cercanías de la carretera sur sobre la pista sub-urbana, otros se encuentran en el barrio Batahola, en Xilola y en las piedrecitas. Así mismo las encontramos en las orillas de la carretera

Masaya, en las cercanías del volcán donde se forman conos cineríticos y en el municipio de Nandaime, departamento de Granada. (Ver anexo 4, foto 5).

Algunas propiedades mecánicas de este material son su peso volumétrico que varía entre  $1200 \text{ Kg m}^{-3}$ , gravedad específica promedio de 2.65, alta porosidad con un porcentaje de absorción promedio de 2.48% y una resistencia a la compresión entre  $3.5\text{E}+06\text{Pa}$ - $4.0\text{E}+0.7\text{Pa}$  (Maria Altamirano, 2008).

#### **1.6.4. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

##### **NÚMERO MÁS PROBABLE**

La técnica de número más probable es una forma de obtener datos cuantitativos en concentraciones de elementos discretos a partir de datos de incidencia positiva/negativa. Es una estrategia eficiente para estimar densidades de población microbiana que se emplea cuando una evaluación cuantitativa de elementos individuales no es factible (Anónimo., 2015).

El método se basa en determinar la presencia o ausencia de atributos específicos de microorganismos en copias obtenidas por diluciones seriadas a partir de muestras específicas. Se basa en el principio de que una única célula viva puede desarrollarse y producir un cultivo turbio. El método requiere la realización de una serie de diluciones en serie de la muestra en cultivo, en un medio líquido adecuado para el crecimiento de dicho organismo de un volumen diez veces mayor (Anónimo., 2015).

Luego, se incuban las muestras de los tubos y, pasado un tiempo, se examinan los tubos. Aquellos tubos que recibieron una o más células microbianas procedentes de la muestra, se pondrán turbios, con presencia de gas y en ocasiones efervescencia, mientras que los tubos que no recibieron ninguna célula permanecerán transparentes.

## **ALGUNAS DE LAS VENTAJAS DEL NMP SON**

- Capacidad de estimar tamaños poblacionales basados en atributos relacionados a un proceso (selectividad).
- Provee una recuperación uniforme de las poblaciones microbianas.
- Determina sólo organismos vivos y activos metabólicamente.
- Suele ser más rápido e igual de confiable que los métodos tradicionales de esparcimiento en platos de cultivo, entre otros. También se usa para determinar el número de células de un cultivo mixto que pueden crecer en un medio líquido residuales contaminadas, y la presencia de *E. coli* en el agua potable es una prueba (Anónimo., 2015).

## **PROCEDIMIENTO TÉCNICO DE NMP PARA COLOFORMES TERMOTOLERANTES Y *E. COLI***

### **PRUEBA PRESUNTIVA**

- Retirar los tubos con caldo lauryl simple+campana de Durham del refrigerador y dejar temperar.
- Ordenar y rotular los tubos con el código de la muestra y el número de dilución correcto.
- Agitar vigorosamente la muestra de agua antes de ser inoculada en los medios de cultivos.
- Referente a aguas residuales se procede a hacer diluciones sin pre-enriquecimiento de la muestra puesto que suponemos que la contaminación es mayor en agua residual. En pocas ocasiones se utiliza el caldo Lauryl con doble concentración en aguas residuales puesto que en ocasiones las aguas del efluente han recibido un muy buen tratamiento.
- La primera dilución se realiza en un frasco con 90±2ml del buffer de dilución estéril y se transfiere con una pipeta estéril 10ml de muestra origina/pura. De esta manera

Se obtiene la primera dilución  $10^{-1}$  (siendo 1ml de muestra correspondiente a 0.1 de muestra).

- Agitar vigorosamente el frasco con la dilución de  $10^{-1}$  y con otra pipeta estéril se va a transferir 10ml a otro frasco con buffer de dilución, obteniendo así la segunda dilución  $10^{-2}$  (siendo 1ml de muestra correspondiente a 0.01 de muestra).
- Continuar con este proceso de diluciones seriadas dependiendo del grado de contaminación de la muestra en estudio.
- Ordenar los frascos donde se realizaron las diluciones y agitarlas. Con una pipeta estéril inoculamos 1ml de cada dilución en cada tubo correspondiente al número de la dilución en los tubos de caldo lauryl simple. No olvidar inocular 1ml de la muestra original en caldo lauryl simple.
- Incubar los tubos por  $24 \pm 2$  horas a  $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Revisar los tubos, si hay presencia de gas y turbidez se pasan a la fase confirmativa. Los tubos que no presenten una reacción se incubaran por  $24 \pm 2$  horas más a  $35 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$

### **FASE CONFIRMATIVA**

- Retirar del refrigerador y temperar tubos con caldo E.C, rotularlos con el código de muestra y número de dilución correcto.
- Agitar los tubos presuntivamente positivos y con una asa de siembra estéril y transfiera de 1 a 2 asadas a los tubos con caldo E.C.
- Incubar antes de 30 minutos después de inoculados a una temperatura de  $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$  en baño María por 24 horas de tal manera que el agua cubra el nivel superior del medio de cultivo.
- Leer los tubos después del tiempo de incubación y tomar como positivos todos los tubos que tengan presencia de gas y turbidez.
- Para la determinación de *E. coli* se utiliza el medio de cultivo E.C +Mug. Se sostiene el mismo procedimiento que en la determinación de coliformes termotolerantes, la diferencia se presenta cuando se procede a exponer a todos los tubos positivos a

luz ultravioleta; todos los medios que presenten un color fluorescente serán tomados como positivo en la determinación de *E. coli*.

- Anotar los resultados y calcular el NMP de acuerdo a las porciones y combinaciones empleadas (Greenberg, Ed. 18, 1992.)

#### **1.6.5. COLIFORMES TERMOTOLERANTES Y *E. COLI***

Son bacterias gram-negativas con forma de bacilos alargados capaces de fermentar latosas con producción de gas a temperatura de 44 o 45.5°C. Esta bacteria se encuentra en el tracto intestinal del hombre como flora normal. Cada persona evacua de  $10^{11}$  a  $10^{13}$  microorganismo por día, además de otros tipos de bacterias (Anónimo., 2015).

Los organismos Coliformes son dañinos al hombre y, de hecho, son útiles para destruir la materia orgánica en los procesos biológicos de tratamiento de las aguas residuales. Las bacterias Coliformes Termotolerantes incluyen los géneros *Escherichia* y *Aerobacterias* (Gallegos., 2011).

La presencia de Coliformes termotolerantes significa contaminación con residuos humanos de materia fecal. *E. coli* es utilizado como un indicador para determinar contaminación reciente de materias fecales en agua (Gallegos., 2011)

Las aguas residuales domésticas son peligrosas debido a la posible presencia de una alta población de diferentes microorganismos patógenos. “Los microorganismos están presentes en las aguas residuales en forma de virus y bacterias como la salmonellas causantes de tifoidea o la paratifoidea; y en forma de parásitos como los huevos de helmintos. El agua residual tratada no es bacteriológicamente pura y en algunos casos es necesario esterilizarla además de aplicarle un tratamiento mecánico biológico (Maria Altamirano, 2008).



*Escherichia coli* coloniza el intestino del hombre pocas horas después del nacimiento y se considera de flora normal, pero hay descritos seis grupos de *E. coli* productora de diarrea: enterotoxigénica (ETEC), enterohemorrágica (EHEC), enteroinvasiva (EIEC), enteropatógena (EPEC), enteroagregativa (EAEC) y de adherencia difusa (DAEC). La bacteria se puede aislar e identificar tradicionalmente con base en sus características bioquímicas o serológicas, pero también se pueden estudiar sus mecanismos de patogenicidad mediante ensayos en cultivos celulares o modelos animales y, más recientemente, empleando técnicas de biología molecular que evidencian la presencia de genes involucrados en dichos mecanismo (Angeles., 2002).

#### **1.6.6. IMPORTANCIA DE FILTRO ROCOSO A NIVEL AMBIENTAL**

Las plantas de tratamiento de aguas residuales se construyen con el propósito de proteger el ambiente y la salud de la población que habita en las cercanías del sitio afectado, por consiguiente, su impacto ambiental debería ser positivo.

Sin embargo, al hacer el análisis de este impacto, debe considerarse la posibilidad de que se presenten aspectos negativos (Suematsu., 1995.) Así, al instalar una nueva planta de tratamiento de aguas residuales, deben formularse las siguientes preguntas clásicas que están estrechamente interrelacionadas:

- ¿Para qué?
- ¿Cuándo?
- ¿Dónde?
- ¿Cómo?

Por ejemplo, las respuestas a la primera pregunta podrían ser:

- Para proteger la ecología de un cuerpo receptor (río, lago, playa, etc.);
- Para proteger la salud de los usuarios de un cuerpo receptor;
- Para usar directamente sus efluentes en el riego;
- Para usar directamente sus efluentes en una fábrica textil.

Cualquiera de las respuestas anteriores tendría su efecto en las preguntas 2, 3 y 4. Lo que se desea destacar es que la planta se puede construir por razones muy diferentes: la calidad de efluente deseada, la tecnología a usar, la ubicación, la época en que se va a construir y el impacto ambiental de la misma.

Por otro lado, es importante señalar que aun cuando se haya realizado un análisis exhaustivo de los impactos relacionados con la construcción de un sistema de tratamiento de aguas residuales, pueden ocurrir situaciones desfavorables en el funcionamiento.

Los impactos negativos más importantes de una planta de tratamiento son la presencia de malos olores y de mosquitos. Con frecuencia están ligados a problemas de operación o falta de mantenimiento de las instalaciones de tratamiento y de la infraestructura de riego (OEFA, 2014).

Por lo tanto, se requiere un programa regular de control e inspección y de medidas para mitigar estos impactos negativos, otra solución alterna con mayor relevancia es la implementación de filtros rocosos como tecnología alterna (Suematsu., 1995.).

Los criterios para evaluar el impacto de un sistema integrado de tratamiento y uso de aguas residuales son múltiples y complejos. Sobre algunos de los aspectos se puede medir o estimar el beneficio o el costo esperado. Pero hay muchos aspectos,

quizás los más importantes o trascendentes, para los cuales es difícil cuantificar en unidades monetarias su impacto ya sea positivo o negativo.

### **ASPECTOS POSITIVOS GENERADOS AL IMPLEMENTAR FILTROS ROCOSOS COMO TRATAMIENTO COMPLEMENTARIO PARA AGUAS RESIDUALES TRATADAS**

- Disminución de la carga orgánica lanzada a los cuerpos de aguas receptoras.
- Disminución de la carga microbiológica descargada al ambiente.
- Generación de entornos ecológicos y mantenimiento de la capacidad de reproducción del ecosistema.
- Mejora del paisaje promoviendo el turismo.

### **ASPECTOS NEGATIVOS GENERADOS POR OMISIÓN DE POST TRATAMIENTO COMO SOLUCIÓN ALTERNATIVA**

- Contaminación del agua subterránea a causa de elementos contaminantes no removidos por el sistema de tratamiento, en caso que el acuífero sea vulnerable y no exista una impermeabilización adecuada de la planta de tratamiento.
- Presencia de elementos potencialmente fitotóxicos que pueden acumularse en los cultivos y transmitirse a lo largo de la cadena alimenticia, si se permite la descarga de efluentes industriales sin tratamiento previo.
- Generación de malos olores por diseño, operación y mantenimiento inadecuados.
- Presencia de vectores de enfermedades, si no hay control adecuado.
- Deterioro del suelo por incremento de la tasa de salinización y saturación del agua, si no se presta la debida atención a las necesidades de filtración y drenaje.

Se debería tratar de cuantificar en unidades monetarias los aspectos positivos y negativos, agregándolos a los costos e ingresos esperados del proyecto para llegar a definir la rentabilidad y viabilidad del mismo. Se anticipa que para algunos de los aspectos considerados, es sumamente difícil hacer esta cuantificación. Por ello es muy importante la opinión de la comunidad y la decisión política fundamentada.

Estas consideraciones llevan a la conclusión de que la educación, la conciencia de la población, así como la política de desarrollo económico y social son los factores más importantes a tomar en cuenta al establecer un sistema de tratamiento, disposición adecuada y uso sanitario de las aguas residuales.

Para prevenir los posibles impactos adversos es necesario divulgar las medidas higiénicas y el tratamiento de enfermedades, y disponer de un plan de atenuación de impactos adversos que incluya medidas eficaces a costos razonables. Estas medidas deben ir acompañadas de la aceptación y cumplimiento de las normas de calidad de los efluentes, además de la real participación y cooperación de diversos ministerios y entidades gubernamentales (Suematsu., 1995.).

## **1.7. HIPÓTESIS**

¿Serán eficientes los filtros con membrana de filtración rocosa implementado para el post-mecanismo de remoción bacteriana en aguas residuales tratadas?

## **1.8. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **1.8.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ESTUDIO**

El estudio experimental, se llevará a cabo en las instalaciones de la planta de tratamiento de aguas residuales, ubicada en el municipio de Masatepe, que consta

de Tanque Imhoff y Biofiltro; los cuales son administrados por la Empresa Nicaragüense de Acueductos y Alcantarillado- ENACAL. (Ver anexo 1, imagen 1 y 2).

Este estudio se realizará por conveniencia en este sitio, debido a la accesibilidad y las condiciones topográficas presentes en el lugar, que nos permitirá la instalación del filtro con membrana rocosa para el post- tratamiento de aguas residuales para la remoción bacteriana.

### **1.8.2. TIPO DE ESTUDIO**

Este estudio está ubicado en la categoría de investigación experimental prospectivo de corte transversal, ya que se determinará qué tan eficientes son los filtros de roca de flujo vertical como post-tratamiento de efluentes en plantas de tratamiento para aguas residuales, partiendo de la causa de que estas vierten sus aguas con una inadecuada calidad; y a la vez el estudio se desarrollará en un periodo de tiempo determinado.

Por otra parte, el estudio es multidisciplinario con enfoque cuantitativo debido a que abarca diversas áreas científicas como microbiología ambiental enfocada principalmente a la calidad del agua e ingeniería civil; además que se realizará recolección de datos y análisis de datos.

### **1.8.3. TIEMPO DE EJECUCIÓN**

La investigación se llevará a cabo durante un periodo de 5 meses. De los cuales se empleará 1 semana para instalar el filtro rocoso en el área adecuada, 10 semanas para muestreo y procesamiento de las muestras para determinar la eficiencia del filtro a nivel bacteriológico, el cual iniciará su funcionamiento el día domingo 24 de

julio del presente año, el resto del tiempo se utilizará para recolección de información teórica, obtención de recursos y elaboración de informes.

#### **1.8.4. UNIVERSO**

El universo para la realización del estudio abarcará las aguas residuales de origen doméstico tratadas en la planta de tratamiento del municipio de Masatepe.

#### **1.8.5. MUESTRA**

La muestra de este estudio estará determinada por la cantidad de aguas residuales tratadas para ser posteriormente filtradas en el filtro rocoso y proceder a realizar el estudio bacteriológico. Se tomarán específicamente 10 muestras del afluente y 10 muestras del efluente del filtro rocoso.

#### **1.8.6. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

Se tomaron en cuenta todas aquellas muestras que cumplían los siguientes criterios:

- Aguas residuales de origen doméstico.
- Aguas residuales tratadas en la planta de tratamiento del municipio de Masatepe.

#### **1.8.7. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Aguas residuales sin previo tratamiento.
- Aguas residuales tratadas en otra planta de tratamiento.

### **1.8.8. MUESTREO**

El muestreo de aguas residuales y corrientes receptoras, constituye uno de los aspectos fundamentales en todo programa que tenga como objetivo disminuir el grado de contaminación en los recursos naturales. Por lo tanto para la evaluación del funcionamiento de este sistema fue necesario plantear previamente un cuidadoso programa de muestreo considerando los siguientes aspectos:

#### **MATERIAL INDICADO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA**

- Frascos plásticos previamente esterilizados, empacados en papel de aluminio, con capacidad de 500ml: realizar la adecuada rotulación de cada frasco con la muestra.
- Guantes.
- Termo con hielo.
- El volumen de la muestra es de 500ml.

Es de relevancia resaltar que las muestras serán recolectadas de forma semanal y se tomarán del efluente obtenido de la planta de tratamiento que pasará a ser nuestro afluente en el sistema de filtración y el efluente obtenido del filtro que se implementará.

### **1.8.9. PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS MEDIANTE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS (NMP) PARA DETERMINAR LA PRESENCIA DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES Y E. COLI**

El método de número más probable se utilizará para determinar la eficiencia del filtro a nivel bacteriológico ya que se pretende implementar el filtro para post-mecanismo de remoción bacteriana en aguas residuales tratadas, provenientes de la planta de tratamiento ubicada en el municipio de Masatepe.

#### **1.8.10. UNIDAD DE ANÁLISIS: FILTRO ROCOSO**

Se analizará la eficiencia operacional del sistema de filtro rocoso, funcionando como sistema de post-tratamiento en la planta de tratamiento del municipio de Masatepe, en un período de diez semanas, a través de la implementación del filtro rocoso con material filtrante de hormigón rojo.

#### **1.8.11. DESCRIPCIÓN DEL FILTRO ROCOSO**

En términos generales, el filtro rocoso de flujo ascendente se compone de tres zonas funcionales:

- Zona de entrada, la cual permite una distribución uniforme del residuo en el medio filtrante.
- Zona empacada, que incluye el medio filtrante y se presenta el principal crecimiento bacteriano.
- Zona de salida.

##### **ZONA DE ENTRADA**

Estará constituida por una unidad de captación, una unidad de conducción, una unidad de control de flujo y dos unidades de distribución. La unidad de captación constará de un recipiente de aproximadamente 20 cm de diámetro por 25cm de alto conectada a una tubería de conducción. La unidad de conducción será una tubería de PVC de  $\frac{3}{4}$  pulgada de diámetro, con una longitud de 17.5 m. La unidad de control



de flujo se realizará con una válvula de pase de  $\frac{3}{4}$  pulgadas la cual permitirá regular el caudal para un tiempo de retención hidráulico determinado. Y la unidad de distribución será constituida por un tubo de PVC perforado el cual permitirá una distribución hacia una lámina perforada que permitirá la percolación del agua hacia el medio filtrante.

### **ZONA EMPACADA**

Se reconocerá como zona empacada a aquella parte del filtro en la cual se encontrará el medio filtrante. En la práctica es el eje del sistema, pues aquí es donde se presentará la remoción bacteriana.

Esta parte constará de dos zonas, una de las zonas es donde se modelará un flujo descendente cuyo medio filtrante es hormigón rojo, estas rocas se distribuirán en forma de anillo circular en el filtro en varias capas de rocas, la segunda zona modelará un flujo ascendente formado por rocas de hormigón rojo distribuidas de igual forma que en la primera zona.

Por otra parte estas áreas se encontrarán separadas por una unidad de fondo falso ubicada en la parte inferior del filtro la que constará de una parrilla metálica diseñada exclusivamente para retener el material rocoso.

### **ZONA DE SALIDA**

Esta zona será similar a la zona de entrada, la zona de salida debe garantizar una homogénea y uniforme distribución del agua residual, evitando en su totalidad la formación de zonas muertas y cortocircuitos de flujos.

Constará de una tubería de  $\frac{3}{4}$  pulgadas de diámetro, esta se conectará al cilindro interno donde se hallará el material más fino, y se producirá el flujo ascendente, la tubería se colocará a una altura de 1.40m.

## **MATERIALES PARA LA PREPARACIÓN DEL SITIO DONDE SE UBICARA EL FILTRO**

- Machetes.
- Baldes.
- Palas.
- Rastrillo.
- Piocha.
- Narra.

## **MATERIALES PARA IMPLEMENTAR EL FILTRO**

- Dos barriles metálicos.
- Válvulas de pase de  $\frac{3}{4}$  pulgadas.
- Teflón.
- Rocas (hormigón rojo).
- Alicata.
- Alambre de 1/16".
- Clavos de acero 1  $\frac{1}{2}$ ",  $\frac{1}{2}$ ".
- Brocha.
- Varillas de acero.
- Pintura anticorrosiva.
- Tubos PVC de  $\frac{3}{4}$  pulgadas.
- Codos PVC de  $\frac{3}{4}$  de pulgadas.
- Soldadura.
- Camisas PVC  $\frac{3}{4}$  de pulgadas.
- Lija, madera.
- T PVC de  $\frac{3}{4}$  de pulgadas.
- Conexiones hembra-macho de  $\frac{3}{4}$  de pulgadas.

## **MATERIALES PARA LA RECOLECCIÓN DE LAS MUESTRAS**

- Frascos estériles.
- Formatos de campo para recolección de muestras.
- Cadena de custodia de las muestras.
- Guantes de látex.
- Termo con hielo.

## **MATERIALES PARA EL ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

- Gabacha.
- Guantes.
- Frascos estériles con las muestras.
- Frascos con buffer de dilución.
- Pipetas de 1-10ml.
- Tubos de ensayo con CLS + campana de Durham.
- Tubos de ensayo con CEC + campana de Durham.
- Tubos de ensayo con CEC+Mug + campana de Durham.
- Incubadoras ( $35.5 \pm 0.5$ ).
- Baño María ( $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}$ ).
- Campana de bioseguridad.
- Lámpara de luz UV.
- Asas para inoculación.

### 1.8.12. OPERALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Variable	Sub-variable	Indicadores	Valores	Criterios
Filtros rocosos	Características microbiológicas del afluente.	Color Turbidez pH  Coliformes termotolerantes y <i>E. coli.</i>	6-9.  Menor de 1000 UFC/100ml. Mayor de 1000 UFC/100ml.	Si-No Si-No Rango óptimo. Aceptable. No aceptable.
	Características microbiológicas del efluente.	Color Turbidez pH  Coliformes termotolerantes y <i>E.coli.</i>	6-9.  Menor de 1000 UFC/100ml. Mayor de 1000 UFC/100ml.	Si-No Si-No Rango óptimo. Aceptable. No aceptable.
Eficiencia del filtro a nivel bacteriológico.	Método de número más probable (NMP)	Coliformes termotolerante  <i>E. Coli.</i>	Menor de 1000 UFC/100ml. Mayor de 1000 UFC/100ml.	Aceptable.  No aceptable.

*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*

Variable	Sub-variable	Indicadores	Valores	Criterios
Importancia del filtro rocoso a nivel ambiental.	Disminución de la contaminación del cuerpo receptor.	Microorganismos Termotolerantes y <i>E.coli.</i>	Menor de 1000 UFC/100ml. Mayor de 1000 UFC/100ml.	Aceptable. No aceptable.
		Color.		Si-No.
		Turbidez. pH.	6-9.	Si-No. Rango óptimo.

## **CAPITULO II DESARROLLO**

NICARAGUA, TIERRA DE LAGOS Y VOLVANES, TURISMO DESLUMBRANTE  
DISTORCIONADO POR LA IGNORANCIA DE AQUELLOS QUE NO SABEN  
APRECIAR NUESTROS RECURSOS.

***Vanessa Lacayo.***

## **2.1. IMPLEMENTACIÓN DE FILTRO ROCOSO**

Se desarrolló la estructura de un filtro rocoso de flujo vertical descendente-ascendente, con el objetivo de ser utilizado como un post-mecanismo de remoción bacteriana en los efluentes de plantas de tratamientos para mejorar la calidad bacteriológica del agua antes de ser vertidas al medio o cuerpo receptor; de esta forma podemos disminuir la contaminación del medio ambiente.

El funcionamiento de este filtro está basado en las características filtrantes de la piedra volcánica “hormigón rojo”, utilizado como medio filtrante para remoción bacteriana. El flujo descendente-ascendente debe ser controlado puesto que no deben de existir cortocircuitos o burbujas de aire en el filtro, es de relevancia destacar que el filtro fue diseñado para ser colocado a aproximadamente 5m de la salida del efluente y lograr la instalación de tuberías que nos permitan la circulación del flujo que se desea obtener.

El diseño de filtro implementado consta de tuberías para obtener un flujo deseado, el cual es controlado por válvulas de pase, estas válvulas se utilizaron con el fin de controlar los caudales y evitar que el filtro se sature de agua.

Cuando el agua llega a la parte superior del filtro, empieza a descender de formar laminar por los laterales hasta toparse con un fondo falso que sostiene el medio filtrante, este fondo falso también nos ayuda a distribuir el agua que descendió para que ascienda de forma lenta, posteriormente el agua llega a la superficie del filtro y es expulsada por la tubería de salida.

Es importante tener en cuenta el tiempo de retención hidráulica ya que mientras más lento se filtre el agua obtendremos mejores resultados. Otro parámetro importante para destacar es el caudal ideal en la entrada del filtro y en la salida para que el agua no sea filtrada de forma acelerada.

*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*

---

Para finalizar es indispensable mencionar que el efluente obtenido del filtro rocoso es más claro a comparación del efluente de la planta de tratamiento y no posee olor; la eliminación de olores es una de las grandes ventajas que presenta este prototipo de filtro ya que tiene la capacidad de intervenir en diferentes aspectos incluyendo la remoción bacteriana.



*Foto. 1: Implementación de filtro rocoso en PTAR-Masatepe.  
Fuente: Elaboración propia, 2016.*



### **2.1.1. TIEMPO DE FUNCIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DEL FILTRO ROCOSO**

Este filtro permaneció activo 11 semanas específicamente; la primera semana se dejó funcionando para luego proceder a las 10 semanas en que se recolectaron las muestras para su debido procesamiento y de esta forma poder obtener datos específicos para poder determinar la eficiencia que nos logró proporcionar el filtro rocoso.

En la siguiente imagen podemos observar que el filtro cuenta con un sistema de limpieza o mantenimiento ubicado en la parte inferior del filtro, este sistema es una simple tubería con una válvula de pase que al abrirla saca toda el agua acumulada en el filtro de forma inversa logrando extraer y expulsar todo lo que está adentro para evitar que el material filtrante se colmate en exceso. Esta limpieza o mantenimiento interno se realizó de forma semanal para evitar la necesidad de cambiar el material filtrante de forma recurrente.



*Foto. 2: sistema de mantenimiento y limpieza del filtro rocoso, implementado en PTAR-Masatepe.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*

## **2.2. DETERMINACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL FILTRO ROCOSO A NIVEL BACTERIOLÓGICO**

La eficiencia del filtro rocoso, implementado en el efluente de la planta de tratamiento, está dada desde el momento en que se activa el funcionamiento del mismo. Por otra parte, se deben evitar errores pre-analíticos tomando en cuenta todos los aspectos necesarios para la correcta recolecta y transporte de la muestra al laboratorio.

Es de relevancia señalar que los errores pre-analíticos, analíticos y post-analíticos deben estar bajo total control para poder obtener resultados fiables y estables. De esta manera determinar de forma específica el porcentaje de remoción bacteriana que se logró obtener en el efluente del filtro rocoso.



*Foto. 3: Filtro rocoso en operación, planta de tratamiento de Masatepe.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*

### **2.2.1. RECOLECCIÓN Y TRANSPORTE DE LAS MUESTRAS**

Las muestras fueron obtenidas de forma semanal por 10 semanas consecutivas para su posterior análisis, en esta etapa es de relevancia mencionar que de la calidad de la muestras dependen nuestros resultados; por ello es indispensable tener el conocimiento para realizar la correcta recolección y transporte de la muestra.

En este caso, se extrajeron muestras de aguas residuales, teniendo en cuenta que suponemos de una carga bacteriana bastante alta, se recomienda recolectar la muestra en frascos estériles con la rotulación correcta y colocar los frascos en un termo con hielo para ser llevadas al laboratorio, la muestra debe ser procesada de forma inmediata para evitar alteraciones en los resultados. No debemos olvidar portar con todos nuestros equipos de bioseguridad.

Para la toma de muestras de aguas residuales se siguieron los Procedimientos establecidos por el laboratorio de Microbiología de Centro de Investigaciones de Recursos acuáticos CIRA/UNAN.



*Foto. 4: tubería de salida, efluente del filtro rocoso.  
Fuente: Elaboración propia, 2016.*

## **2.2.2. PROCESAMIENTO DE LAS MUESTRAS**

Las muestras fueron procesadas según lo establecen los Procedimientos Operativos Normalizados del laboratorio de Microbiología del CIRA/UNAN). Las muestras fueron analizadas de forma inmediata al ser ingresadas al laboratorio, se realizó el análisis de Número más Probable para coliformes termotolerantes y *E.coli*. Es indispensable mencionar que tanto al afluente como efluente del filtro rocoso, se les realizó la prueba presuntiva con caldo Lauryl Doble concentración, caldo Lauryl simple y sus respectivas diluciones según el origen de la muestra para tratar de obtener resultados más acertados y fiables respecto a la recuperación bacteriana.

Tomando en cuenta la procedencia de la muestra, se determinó el número de diluciones que se le realizaron a cada muestra. En el caso del efluente de la planta de tratamiento, se le realizaron diluciones desde  $10^{-1}$  hasta  $10^{-7}$  en caldo Lauryl simple; por otro lado a las muestras obtenidas del efluente del filtro rocoso, se les realizaron diluciones desde  $10^{-1}$  hasta  $10^{-6}$  en caldo lauryl simple. En este caso se inocularon para ambas muestras 10ml de la muestra en caldo Lauryl doble concentración y 1 ml en caldo lauryl simple.

Para la realización de las diluciones, se utilizaron botellas con  $90 \pm 2$  ml de buffer de dilución, a la botella rotulada con el código de muestra y número de dilución de  $10^{-1}$  se le agregó 10 ml de la muestra y se procedió a realizar la dilución en serie correspondiente en el orden observado en la imagen, hasta obtener la dilución  $10^{-6}$  en el caso de la muestra del efluente del filtro y hasta  $10^{-7}$  en el caso del afluente del filtro rocoso.



*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*

---

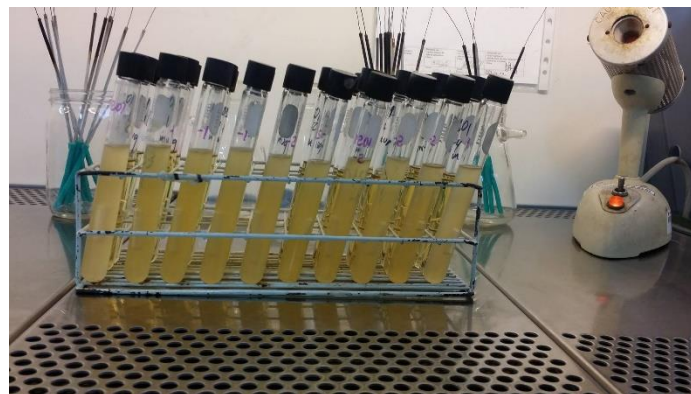


*Foto. 5: Frascos con buffer de dilución.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*

Todas las muestras presuntamente positivas después de 24 o 48 horas incubadas a  $35\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  serán inoculadas en caldo EC y E.C+Mug a  $44.5\pm 0.2^{\circ}\text{C}$  por 24 horas para la determinación de coliformes termotolerantes y *E. coli* respectivamente.

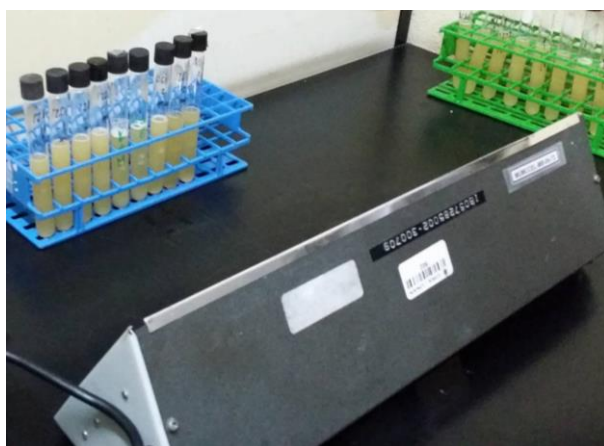
En la siguiente, imagen podemos observar los tubos inoculados con crecimiento bacteriano presuntamente positivos para determinación de coliformes termotolerantes y *E. coli*.



*Foto. 6: Tubos con caldo Lauryl simple, presuntamente positivos.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*

En la fase confirmativa de coliformes termotolerantes, se tomaron como positivos todos los tubos que presentaran turbidez, gas y efervescencia; en el caso de la determinación de *E. coli* se toman todos los tubos presuntivamente positivos con producción de gas, turbidez y efervescencia y son expuestos a una lámpara ultravioleta; si estos tubos presuntivamente positivos para determinación de *E. coli* reflejan un color azul-verdoso fluorescente frente a la lámpara ultravioleta serán tomados como positivos, de lo contrario serán tomados como negativos. Observándose de la siguiente forma.



*Foto. 7: Tubos con caldo E.C+Mug, presuntivamente positivos.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*



*Foto. 8: Tubos con caldo E.C+Mug, expuesto a una lámpara ultravioleta.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*

### 2.2.3. EFICIENCIA OBTENIDA DEL FILTRO ROCOSO

Se determinó la eficiencia de un filtro con membrana rocosa, basado en el análisis microbiológico de **NÚMERO MAS PROBABLE**, este análisis está bajo la comparación de las **NORMAS TECNICAS OBLIGATORIAS NICARAGUENSES-NTON**, decreto 33-95; el cual nos indica que a nivel bacteriológico, los límites máximos permisibles de coliformes fecales medidos como número más probable no deberá exceder de 10,000 por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 50,000 por cada 100 ml (MARENA, 2009).

El estudio fue dirigido específicamente a determinar el porcentaje de remoción bacteriana que se pudiese obtener implementando este diseño de filtro. Con fines comparativos y estadísticos se procesaron 10 muestras de forma semanal, lo cual se podrá observar con más claridad en la siguiente tabla:

Valores obtenidos a la entrada y salida del Filtro Rocosos para los parámetros medidos							
Tiempo/Semana	Fecha	Coliformes Termotolerantes			Escherichia coli		
		Entrada	Salida	%Remoción	Entrada	Salida	%Remoción
1	02/08/2016	4.90E+03	3.30E+02	93%	4.90E+03	2.30E+02	95.31%
2	08/08/2016	7.90E+03	4.90E+02	94%	1.70E+03	2.30E+02	86.47%
3	23/08/2016	2.70E+01	2.30E+01	15%	2.70E+01	2.30E+01	14.81%
4	29/08/2016	4.90E+04	3.30E+02	99%	4.90E+04	2.30E+02	99.53%
5	05/09/2016	3.30E+04	7.90E+01	100%	6.80E+03	7.90E+01	98.84%
6	12/09/2016	3.30E+03	1.70E+01	99%	3.30E+03	1.30E+01	99.61%
7	20/09/2016	3.20E+03	7.90E+03	0%	3.20E+03	2.80E+03	12.50%
8	27/09/2016	1.10E+04	3.30E+04	0%	7.00E+03	2.30E+02	96.71%
9	03/10/2016	2.30E+02	5.40E+06	0%	2.30E+02	4.50E+00	98.04%
10	10/10/2015	6.30E+06	3.30E+02	100%	6.30E+06	1.70E+01	100.00%

Tabla 1: Porcentaje de remoción bacteriana.

Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la tabla 1, la mayoría de los porcentajes de remoción están por encima de un 90% de remoción, pero por motivos ambientales y mantenimiento inadecuado se observan datos discrepantes que llegan a caer hasta un 0% de remoción, en donde se vio implicada la manipulación indiscriminada e inadecuada por personas ajenas al estudio provocando una alteración en los resultados.

### **2.3. IMPORTANCIA DEL FILTRO ROCOSO COMO POST-MECANISMO DE REMOCIÓN BACTERIANA, PARA EL BENEFICIO DEL MEDIO AMBIENTE**

A partir de este estudio, se ha desarrollado una nueva alternativa para disminuir la contaminación ambiental, es por ello que se ha realizado este proyecto. El tiempo de operación de este filtro utilizado como post-mecanismo de remoción bacteriana, ha demostrado una eficiencia bastante positiva, en donde se promueve la implementación del mismo, tomando en cuenta su bajo costo, durabilidad prolongada y capacidad de eficiencia bastante alta.

Reducir la contaminación ambiental al verter aguas residuales tratadas con buena calidad nos ayuda a mantener nuestros recursos hídricos en buen estado. El turismo ha sido distorsionado, afectando la economía del país por la contaminación de cuerpos receptores que podrían ser más atractivos si gozaran de salud ambiental.

Las personas que habitan a los alrededores del cuerpo receptor no presentarían enfermedades a causa de la contaminación del mismo ya que se podría reducir la circulación de vectores transmisores de enfermedades infecto-contagiosas, también se disminuirían los casos de infecciones cutáneas y gastroenteritis en niños y ancianos.

La salud ambiental no solo radica en malos olores o aspecto desagradable, también implica un cambio climático, enfermedades de diferentes áreas y hasta en la economía del país.



## **CAPITULO III ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

EL ÉXITO EN LA VIDA NO SE MIDE POR LO QUE LOGRAS  
OBTENER, SINO POR LOS OBSTACULOS QUE SUPERAS.

**Vanessa Lacayo.**

### 3.1. IMPLEMENTACIÓN DEL FILTRO



*Foto 9: Captación de aguas residuales.  
Fuente: Elaboración propia, 2016.*



*Foto 10: Filtro rocoso. Fuente:  
Elaboración propia, 2016.*



*Foto 11: Sistema de limpieza.  
Fuente: Elaboración propia, 2016.*

En las imágenes presentadas, se puede observar cada una de las fases de la implementación del filtro rocoso, el cual fue utilizado como post-mecanismo de remoción bacteriana en el efluente de la planta de tratamiento del municipio de Masatepe.

En la primera fase (foto 9), se puede observar una unidad de captación, que consta de un embudo y tubería de  $\frac{3}{4}$ " , esto facilitó la conducción del agua sin dificultades, esta tubería consta de un sistema de limpieza regulado con válvulas de  $\frac{3}{4}$ " .

En la segunda fase (foto 10), se tiene el proceso de filtración interno, basado en un flujo descendente-ascendente, tomando en cuenta la regulación del caudal con una válvula de pase de  $\frac{3}{4}$ " .

En la tercera fase (foto 11), se observa el sistema de limpieza, se implementó una salida inferior para realizar un retro-lavado interno a presión atmosférica para remover sedimentos acumulados en el interior del filtro rocoso.

*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*

---



*Foto 12: Superficie del material filtrante.  
Fuente: Elaboración propia, 2016.*



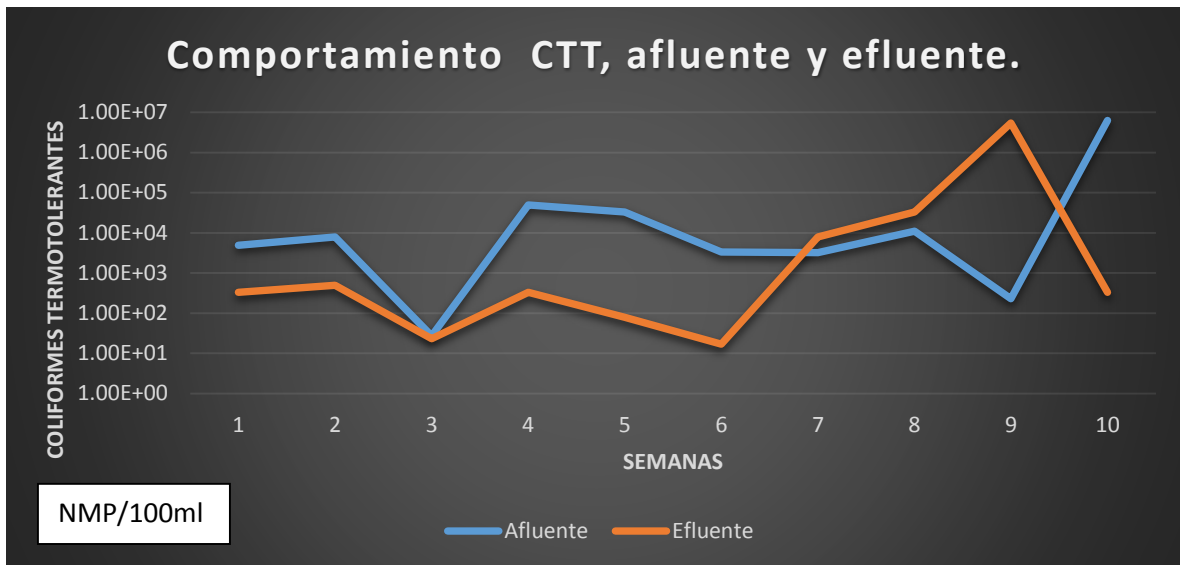
*Foto 13: Material interno del filtro.  
Fuente: Elaboración Propia, 2016.*

Finalmente, se logró culminar las 10 semanas de muestreo, al abrir el filtro se puede observar con claridad en la foto 12, que la superficie del material filtrante se encuentra totalmente cubierto por sedimentos acumulados con aspecto de barro, al retirar la superficie del material filtrante, se pudo apreciar en la foto 13, que el material interno del filtro se encontraba bastante limpio. Este fenómeno acontece debido a la película barrosa que se formó en la superficie, esto ayudo a retener el sedimento y de esa forma permaneció libre de sedimentos el resto del material filtrante.

Es de relevancia mencionar que los diámetros del hormigón rojo deben de ser respetados ya que beneficia de forma positiva la filtración del agua, el material granular que se encuentran en la superficie tienen un mayor diámetro que las demás. (Ver anexo 3, imagen 3).

### 3.2. EFICIENCIA OBTENIDA DEL FILTRO ROCOSO, IMPLEMENTADO COMO POST-MECANISMO DE REMOCIÓN BACTERIANA

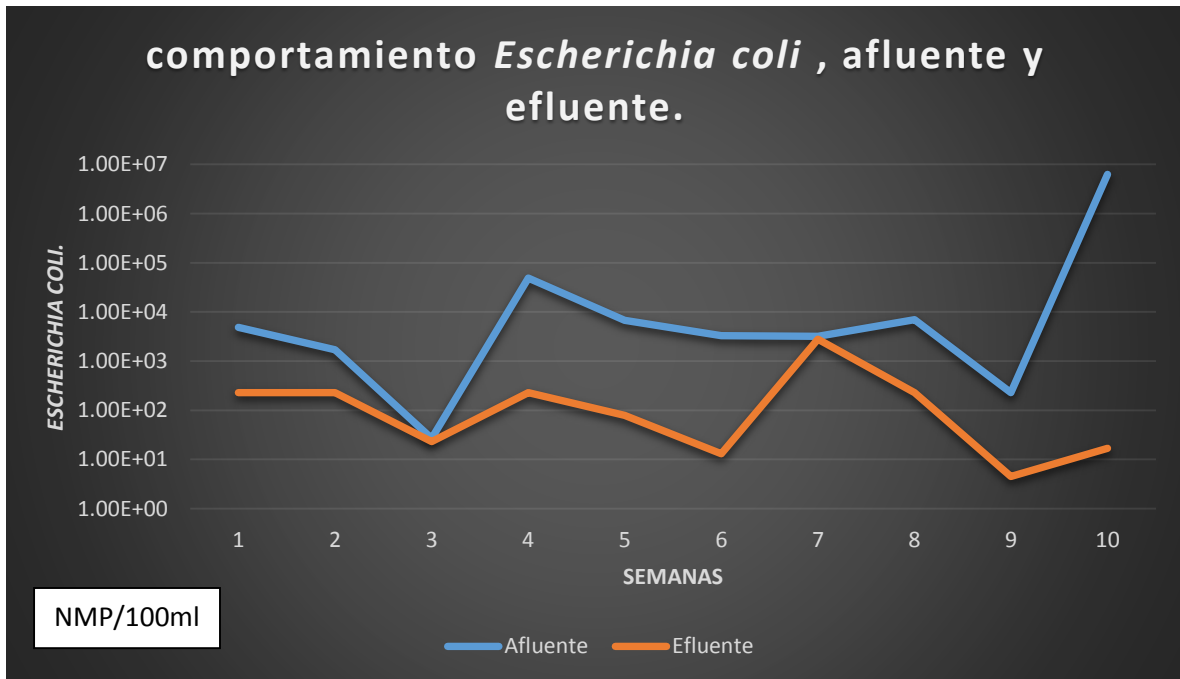
**GRÁFICA 1:** Comparación del comportamiento de cargas bacterianas de coliformes termotolerantes en el afluente y efluente del filtro rocoso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la presente gráfica, se puede observar el comportamiento positivo que surgió a partir del post-mecanismo de remoción bacteriana, mediante la implementación de un filtro rocoso al efluente de la planta de tratamiento del municipio de Masatepe, según un estudio realizado en el año 2008 por María Altamirano, Claudia Mercado y Jeseit Rosales, la remoción de coliformes termotolerantes no fue exitosa por motivos de tiempo de retención hidráulica, mas sin embargo en el estudio actual se puede observar una disminución exponencial de cargas bacterianas con algunas discrepantes causadas por manejo inadecuado del operador.

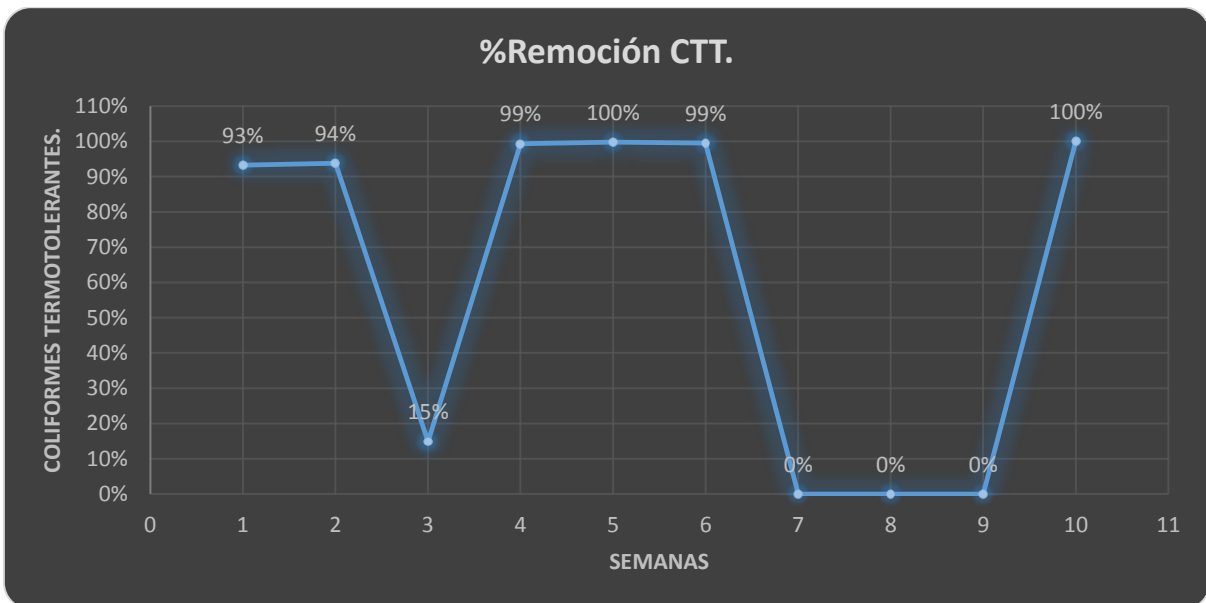
**GRÁFICA 2:** Comparación del comportamiento de cargas bacterianas de *Escherichia coli* en el afluente y efluente del filtro rocoso.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la gráfica presente, se puede observar la remoción de cargas bacterianas respecto al afluente y efluente del filtro rocoso. En el año 2008, María Altamirano, Claudia Mercado y Jeseit Rosales realizaron una investigación a escala piloto en San Marcos, Carazo en donde se reflejó una remoción nula de *E. coli*. Es de relevancia mencionar el comportamiento de *E.coli* debido a que es considerado como un marcador de contaminación reciente en aguas, si se observa con determinación la gráfica podemos ver resultados positivos con la excepción de dos semanas discrepantes del resto, probablemente causado por descuidos en la limpieza y mantenimiento del filtro.

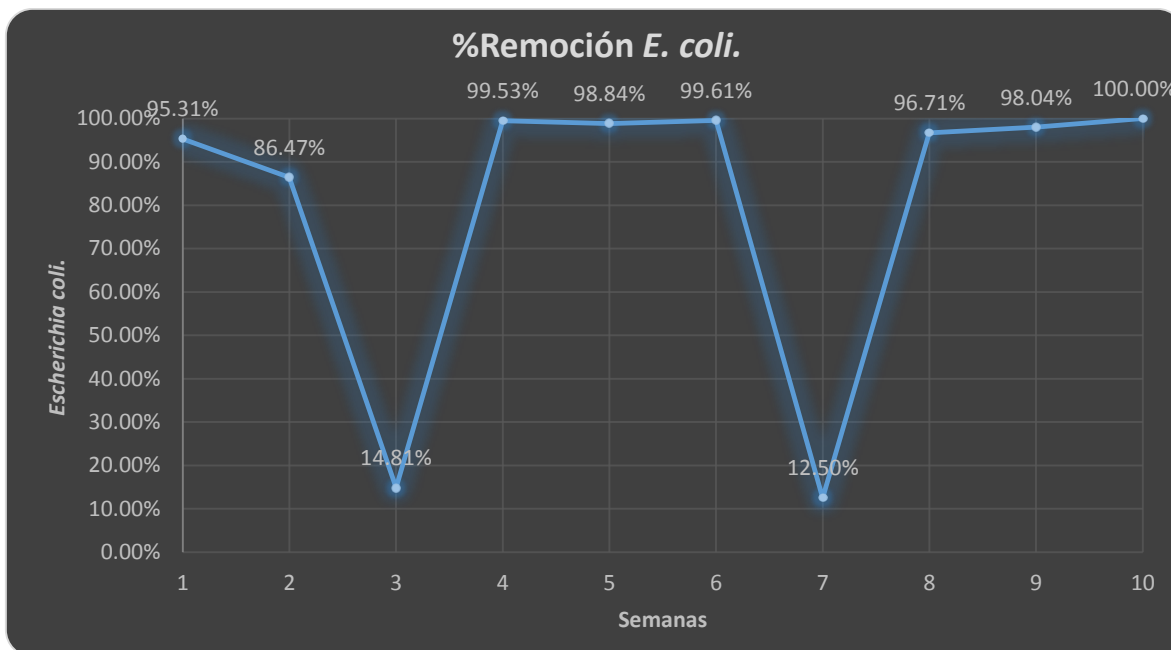
**GRÁFICA 3:** Porcentaje de remoción bacteriana de coliformes termotolerantes, obtenido mediante el análisis semanal del afluente y efluente del filtro rocoso en estudio.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En el año 2002, una ingeniera química egresada de la Universidad de Zulia ubicada en Venezuela, realizó un estudio referente a un filtro de flujo vertical con membrana rocosa, en donde se determinó que la eficiencia del filtro estaba en un 92.1% en remoción bacteriana de coliformes termotolerantes, en la gráfica presentada, se observan porcentajes de remoción evaluados de forma semanal, en la mayoría de las semanas, se observa un porcentaje de remoción bacteriana mayor al 93%, con la excepción de las semanas 3, 7, 8 y 9, en donde se deduce que la causa fue por manejo inadecuado por personas ajenas al proyecto, afectando directamente los resultados microbiológicos.

**GRÁFICA 4:** Porcentaje de remoción bacteriana de *Escherichia coli*, obtenido mediante el análisis semanal del afluente y efluente del filtro rocoso en estudio.

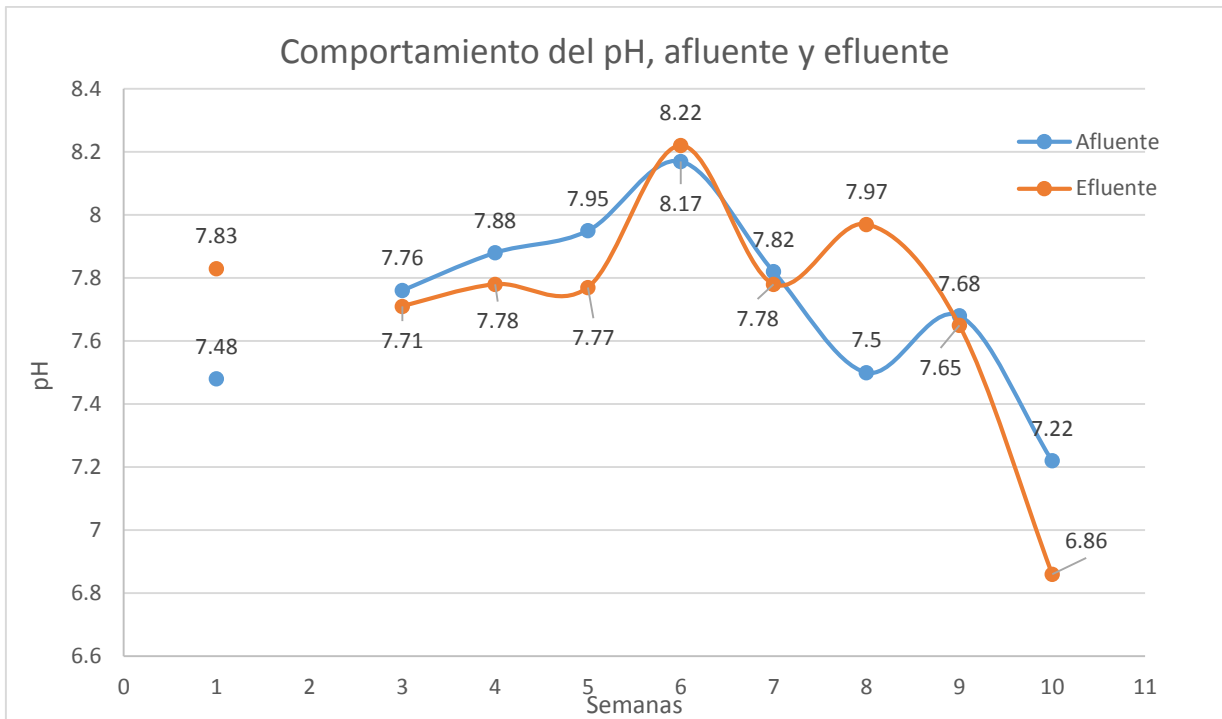


Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la presente gráfica, se puede deducir que la remoción bacteriana se da en porcentajes superiores al 86.47%, en la semana 3 y 7, se logra apreciar una remoción casi nula de *E. coli*, esto está directamente relacionado al manejo inadecuado del filtro con respecto a la limpieza y alteración en el caudal por personal ajeno al proyecto. En el año 2003, la revista SCIELO publicó un estudio de filtro rocoso, en donde la remoción de *E.coli* llegaba a un porcentaje del 85.6%, este estudio fue realizado en la Universidad de Zulia, ubicada en Venezuela.



**GRÁFICA 5:** Comparación del comportamiento del pH en el afluente y efluente del filtro rocoso en funcionamiento.

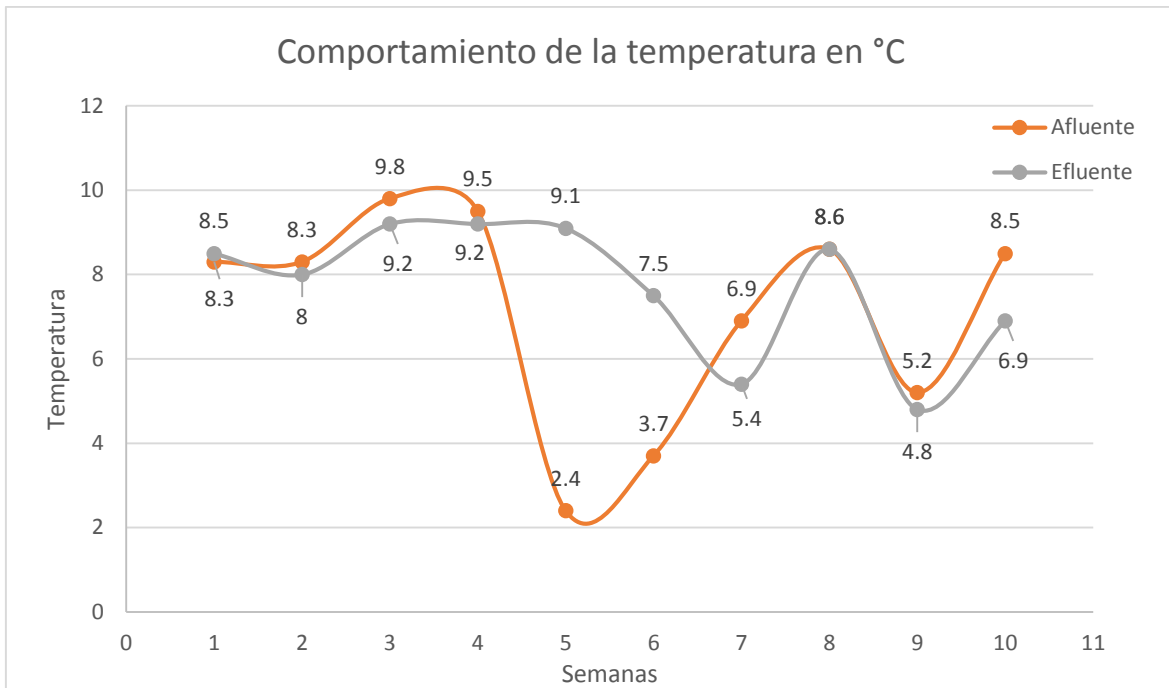


Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la siguiente gráfica, se puede observar que los valores obtenidos, referente al pH del afluente y efluente del filtro, se mantienen en los rangos óptimos, según las NORMAS TÉCNICAS OBLIGATORIAS NICARAGUENSES-NTON, el pH óptimo para decantar o verter aguas residuales tratadas al cuerpo receptor, esta detallado en un rango de 6-9 unidades de pH. Si se aprecia más detalladamente la gráfica, se puede determinar la presencia de dos semanas relativamente alteradas pero dentro de los rangos permisibles, esto puede ser a causa de elementos propios tratados en la planta de tratamiento.



**GRÁFICA 6:** Comportamiento de la temperatura de las muestras al ingresar al laboratorio.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

En la siguiente gráfica, se puede observar la temperatura de las muestras al ingresar al laboratorio, según los procedimientos para el aseguramiento y control de la calidad para la toma de muestra, preservación o conservación y transporte de la muestra de CIRA/UNAN; dice que la muestra debe ser transportada en un termo con hielo a una temperatura menor de 8 °C y con un tiempo de transporte que no exceda las 8 horas desde que captó hasta que finaliza el ensayo. En la gráfica se aprecian temperaturas superiores a los 8 °C, sin embargo la muestra fue captada y procesada en menos de 2 horas.

### **3.3. IMPORTANCIA DEL FILTRO ROCOSO COMO POST-MECANISMO DE REMOCIÓN BACTERIANA, PARA EL BENEFICIO DEL MEDIO AMBIENTE**



*Foto 14: afluente y efluente del filtro rocoso.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*

La importancia ambiental de la implementación de filtros rocosos, está enfocado en la disminución de la contaminación ambiental, generada por verter aguas residuales con altos índices de contaminantes, a simple vista se puede observar una gran diferencia de color y olor, este filtro no solo tiene la capacidad de disminuir cargas bacterianas, sino también mejora el aspecto físico del agua, lográndose apreciar un agua cristalina y sin malos olores.

Respecto a las cargas bacterianas se puede expresar que el porcentaje de remoción es bueno, sin embargo hay que tener en cuenta que la remoción sería más positiva con diseños y operación más adecuadas a las necesidades del efluente de la planta de tratamiento en que se desee trabajar; puesto que es de relevancia tener en cuenta el caudal y la limpieza y mantenimiento del filtro para obtener resultados más optimistas.

## **CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

EN LA LUCHA ENTRE EL ARROYO Y LA ROCA, SIEMPRE  
TRIUNFA EL ARROYO...  
NO PORQUE SEA MAS FUERTE, SINO PORQUE PERSEVERA.

**Anónimo.**

#### 4.1. CONCLUSIONES

- En la implementación del filtro-rocoso, se pudo concluir que el filtro cumplió con las funciones esperadas, tanto en su estructura como en su funcionamiento respecto al flujo vertical ascendente-descendente en medio del material filtrante, sin embargo el sedimento del agua residual tratada provocó un estancamiento en las tuberías. Es de relevancia mencionar, que la estructura del filtro y el material filtrante jugaron un papel importante para que se pudiese formar una película barrosa en la superficie del material, beneficiando el material filtrante inferior del filtro, para que no se colmatara y se lograra la remoción bacteriana en el material granular con diámetro más pequeños que el resto del material superior.
- La determinación de la eficiencia del filtro-rocoso, reflejó una eficiencia positiva; pero en ocasiones oscila de forma discrepante, debido a la manipulación inadecuada del filtro de personas ajenas al proyecto, afectando de forma directa los análisis bacteriológicos. Se observó que si se opera el filtro de forma adecuada, respecto a las válvulas de pase y se realiza el mantenimiento y limpieza del filtro, este llega a presentar una eficiencia mayor al 93% en remoción de coliformes termotolerantes y 86.47% en remoción de *E. coli*, en cambio cuando las válvulas del filtro fueron manipuladas sin conocimiento este presentó un porcentaje de remoción de 0-15% de remoción de coliformes termotolerantes y 12.50% en remoción de *E. coli*.
- Se concluye que la importancia de la implementación del filtro rocoso a nivel ambiental, está dirigido a la recuperación de nuestros recursos hídricos que sirven como cuerpo receptor de aguas residuales, siendo una alternativa económica e innovadora para beneficio propio en general ya que las personas que habitan a los alrededores del cuerpo receptor padecerán menos molestias tanto en olor como en salud de la población.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

- Respecto a la implementación del filtro con membrana rocosa, se recomienda ampliar las dimensiones del filtro según el caudal de la planta de tratamiento, para poder obtener una captación total del efluente y poder disminuir las cargas bacterianas en general. Es de relevancia manifestar el uso de tubería más ancha para evitar estancamientos por la cantidad de sedimentos acumulados en el interior de la tubería, no obstante hay que tomar muy en cuenta la limpieza y mantenimiento del filtro para que este no se colmate por los sedimentos presentes.
- En la determinación de la eficiencia bacteriológica del filtro rocoso, es recomendable contar con operadores capacitados para el mantenimiento y limpieza diaria del filtro, la manipulación correcta de este tipo de filtro conduce a una eficiencia más positiva, en especial cuando se trata de la capacidad de recepción del filtro, el diseño debe de ser ampliado para evitar la regulación de caudal por medio de válvulas de pase, de lo contrario el filtro pudiese sobrepasar su límite y contaminarse en general.
- La implementación de filtros rocosos como post-mecanismo de remoción bacteriana nos deja un impacto ambiental positivo respecto a la remoción bacteriana que se lograría obtener, por lo tanto, se recomienda la instalación de filtros con membrana rocosa en los efluentes de plantas de tratamientos con dimensiones adecuadas, para que un día la contaminación ambiental generada en la fuente hídrica por ser cuerpos receptores de aguas residuales sea mínima o nula en la espera de un resultado altamente positivo.

## **BIBLIOGRAFÍA.**

- Angeles., G. R. (2002). Principales características y diagnóstico de los grupos patógenos de Escherichia coli. *SCIELO*.
- Anonimo. (2014). *Lagunas de estabilizacion*. Recuperado el 6 de marzo de 2016, de <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/19117/Capitulo4.pdf>
- Anonimo. (6 de abril de 2012). *quimica, Ingenieria*. Recuperado el 6 de marzo de 2016, de <http://www.ingenieriaquimica.org/articulos/introduccion-tratamiento-aguas-residuales>
- Anónimo. (2015). *Scribd*. Recuperado el 6 de marzo de 2016, de <http://es.scribd.com/doc/97396490/El-Numero-Mas-Probable#scribd>
- diario., E. n. (15 de septiembre de 2009). Obtenido de <http://www.elnuevodiario.com.ni/especiales/57188-fuente-vida-que-agoniza/>
- Gallegos., N. A. (5 de Marzo de 2011). Pilas de oxidacion contaminan Laguna de Masaya. *La Prensa.*, pág. 8 B.
- Greenberg, A. E. (Ed. 18, 1992.). *STANDARD METHODS FOR THE EXAMINATION OF WATER AND WASTE WATER*.
- Hernández., A. (13 de octubre de 2013). Obtenido de ViaNica.com: <https://vianica.com/sp/headline/885>
- Huete., C. G. (junio. de 1978). *Biblioteca de ENACAL*. Recuperado el 6 de marzo de 2016, de <http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/enacal/Acervo/0069/0069.pdf>
- Lopez., M. E. (septiembre de 2010). *Aguas residuales. Composicion*. Recuperado el 6 de marzo de 2016, de [http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas\\_Residuales\\_composicion.pdf](http://cidta.usal.es/cursos/EDAR/modulos/Edar/unidades/LIBROS/logo/pdf/Aguas_Residuales_composicion.pdf)
- MARENA. (2009). *Reglamento para los vertidos de aguas residuales a cuerpos receptores y alcantarillado sanitario*. Obtenido de [http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/pdf/Decreto\\_vertidos.pdf](http://biblioteca.enacal.com.ni/bibliotec/Libros/pdf/Decreto_vertidos.pdf)
- Maria Altamirano, C. M. (diciembre de 2008). *Monografía, Eficiencia de filtros rocosos como post-tratamiento de efluentes de lagunas de estabilizacion, empleando una unidad de experimentacion*. Carazo, Nicaragua.
- OEFA. (Abril de 2014). *Orgnismo de Evaluacion y Fiscalizacion ambiental*. Recuperado el 6 de marzo de 2016, de [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Savallos., M. (28 de febrero de 2005). Matan poco a poco la Laguna de Masaya. *La Prensa*.
- Suematsu., G. L. (1995.). *Impacto ambiental de los proyectos de uso de aguas residuales*. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep84/vleh/fulltext/acrobat/leon5.pdf>

# ANEXOS

## **ANEXO 1**

# **FORMATO PARA LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.**



## **ENCUESTA DIRIGIDA A LAS FAMILIAS ALEDAÑAS A LA LAGUNA DE MASAYA.**

1. ¿Cuántas personas habitan en su hogar? (Ver anexo 2, grafica 7).
  - ✓ 3 personas.
  - ✓ 4 personas.
  - ✓ 5 personas.
  - ✓ 6 personas.
  - ✓ Más de 6 personas.
  
2. ¿Qué edad tienen las personas que habitan en su vivienda? (Ver anexo 2, grafica 8).
  - ✓ Menores de 5 años.
  - ✓ De 5-10 años.
  - ✓ De 10-20 años.
  - ✓ De 20-40 años.
  - ✓ De 40-60 años.
  
3. ¿Qué tipo de fuente hídrica utiliza para consumo diario de agua? (Ver anexo 2, gráfico 9).
  - ✓ Agua potable.
  - ✓ Agua de pozo.
  - ✓ Agua de la Laguna de Masaya.

4. ¿Qué método utiliza para eliminar microorganismos del agua que ingiere? (Ver anexo 2, grafica 10).

- ✓ Cloración.
- ✓ Hervir el agua.
- ✓ Ningún método.

5. ¿Qué tipo de enfermedades padecen los niños menores de 5 años? (Ver anexo 2, gráfica 11).

- ✓ Enfermedades gastrointestinales.
- ✓ Enfermedades de la piel.
- ✓ Enfermedades transmitidas por vectores.

6. ¿Qué tipo de enfermedades padecen los adultos mayores? (Ver anexo 2, gráfica 12).

- ✓ Enfermedades gastrointestinales.
- ✓ Enfermedades de la piel.
- ✓ Enfermedades transmitidas por vectores.

## **ANEXO 2**

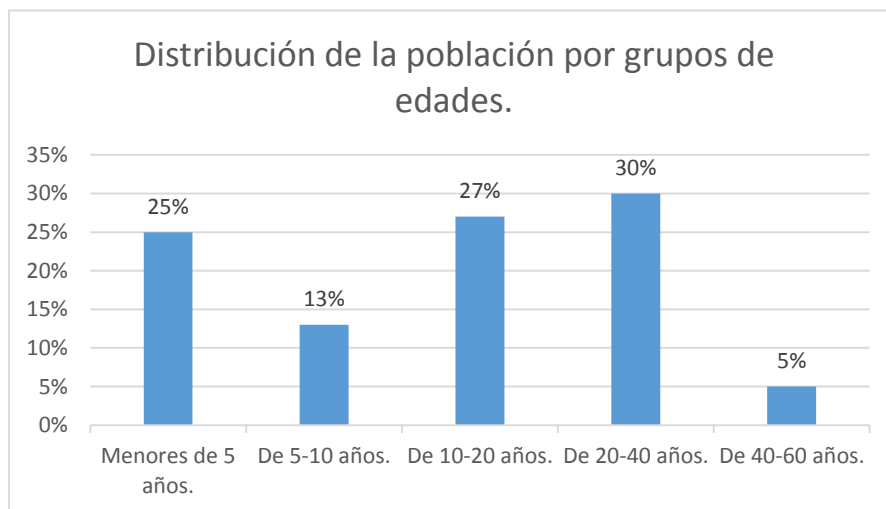
# **GRÁFICAS DE LA RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.**

**GRÁFICA 7:** Porcentaje de personas que habitan en una vivienda.



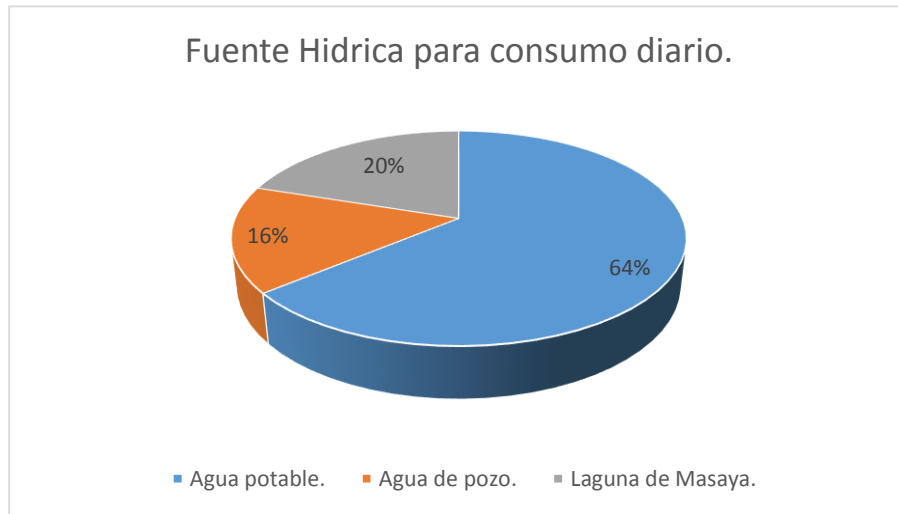
Fuente: Elaboración propia, 2016.

**GRÁFICA 8:** Distribución de la población por grupos de edades en las viviendas.



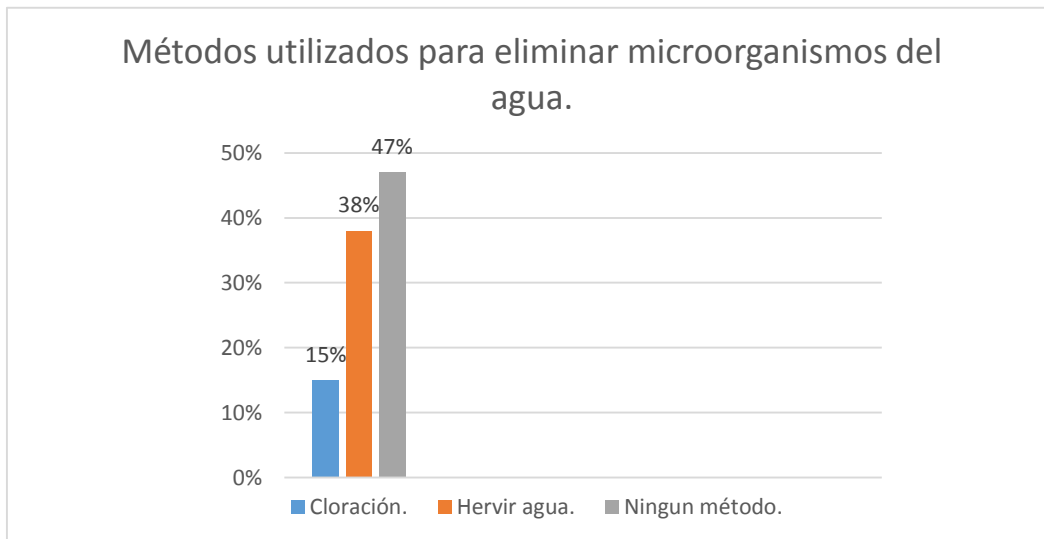
Fuente: Elaboración propia, 2016.

**GRÁFICA 9:** Fuentes hídricas de consumo disponibles para las personas.



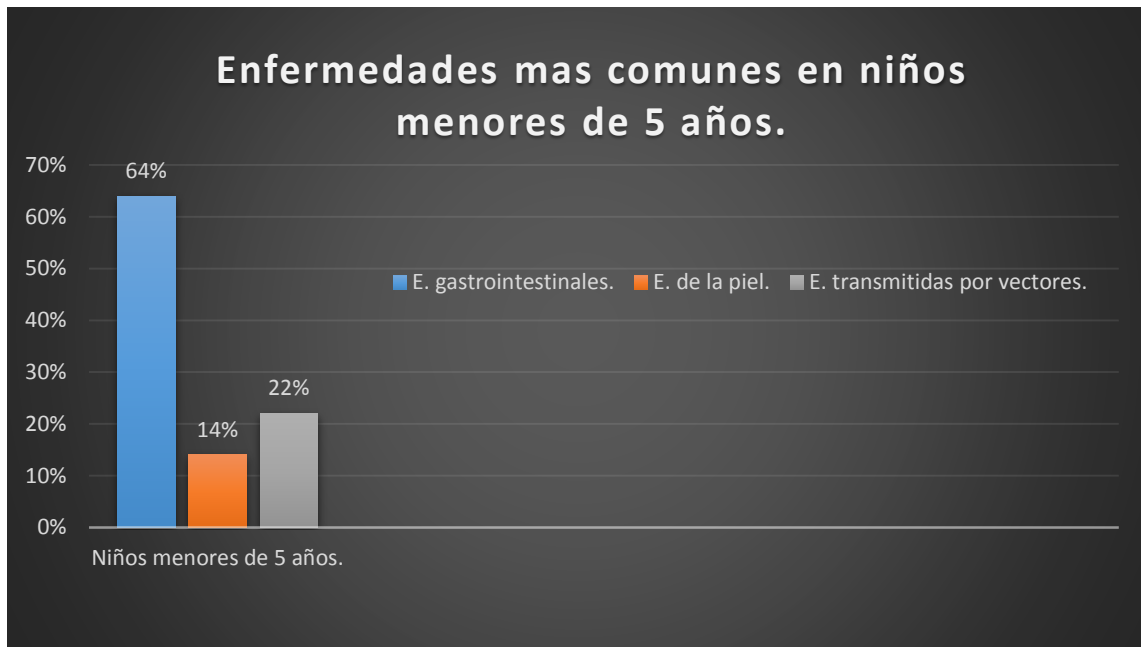
Fuente: Elaboración propia, 2016.

**GRÁFICA 10:** Métodos disponibles y utilizados por las personas para eliminar microorganismos del agua para posterior consumo.



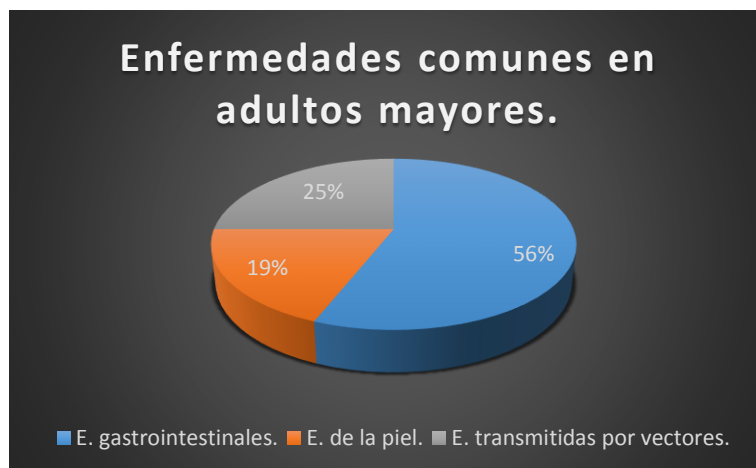
Fuente: Elaboración propia, 2016.

**GRÁFICA 11:** Enfermedades más comunes en niños menores de 5 años que hacen uso de aguas contaminadas.



Fuente: Elaboración propia, 2016.

**GRÁFICA 12:** Enfermedades más comunes en niños menores de 5 años que hacen uso de aguas contaminadas.



Fuente: Elaboración propia, 21016.

## **ANEXO 3**

### **FOTOS CAPTADAS EN LA INVESTIGACIÓN.**

***Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.***

---



*Imagen 1: Macrolocalización de la planta de tratamiento, municipio de Masatepe.*

*Fuente: Google earth, 2016.*



*Imagen 2: Microlocalización, PTAR-Masatepe.*

*Fuente: Google earth, 2016.*



*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*

---



*Foto 9: Sistema de pre-tratamiento para aguas residuales compuesto por una rejilla, un desarenador y dos canales Parshall; los dos canales son utilizados como dispositivo de medición de flujos.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*



*Foto 10: Tratamiento primario en Tanques Imhoff; produce sedimentación de sólidos en la parte superior y digestión de los sólidos sedimentales en el nivel inferior.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*

*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*

---



*Foto 11: Tratamiento secundario basado en un Biofiltro.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*



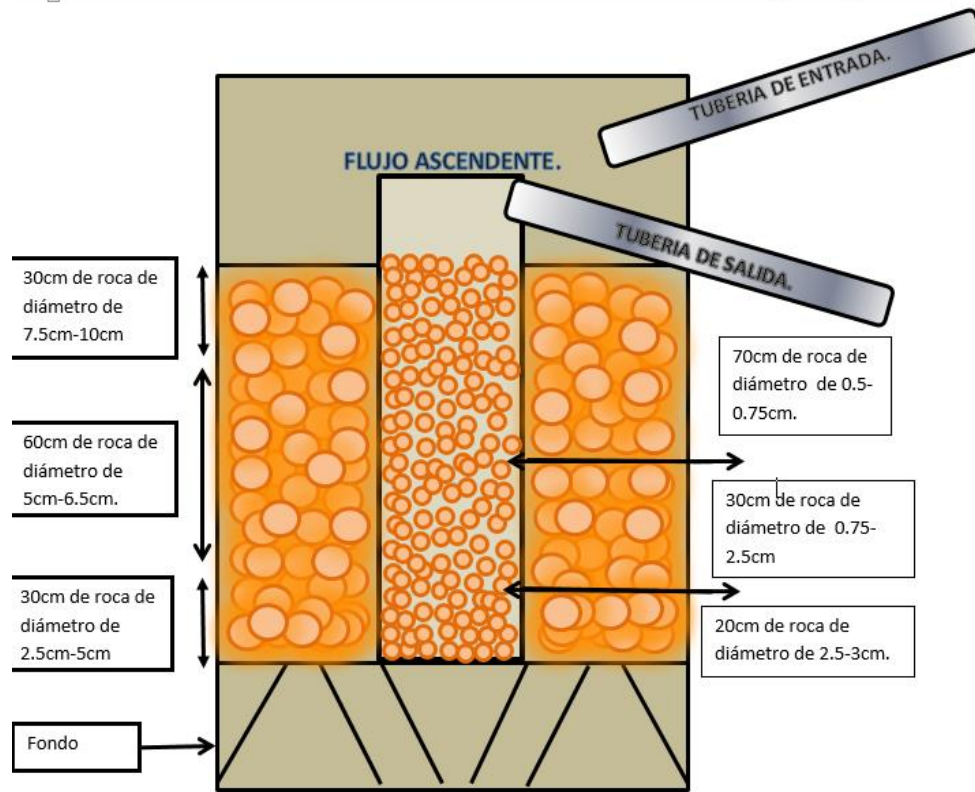
*Foto12: Lecho de secado, método de deshidratación de los lodos.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*



*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*

---



*Imagen 3: Diseño de filtro rocoso.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*

*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*

---



*Foto 13: material del filtro rocoso.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*



*Foto 14: filtro rocoso sin material filtrante.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*

*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*

---



*Foto 15: Mina de hormigón rojo.*

*Fuente: Elaboración propia, 2016.*



*Foto 16: hormigón rojo, material filtrante.*

*Fuente: Elaboración propia.*

## **ANEXO 4**

### **CUADROS COMPARATIVOS DE RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO.**

**CUADRO 1:** Resultados obtenidos mediante el análisis microbiológico de número más probable, para determinar el comportamiento de las cargas bacterianas existentes en el afluente y efluente del filtro con membrana rocosa.

Valores obtenidos a la entrada y salida del Filtro Rocoso para los parámetros medidos							
		Coliformes Termotolerantes			<i>Escherichia coli</i>		
Tiempo/Semana	Fecha	Entrada	Salida	%Remoción	Entrada	Salida	%Remoción
1	02/08/2016	4.90E+03	3.30E+02	93%	4.90E+03	2.30E+02	95.31%
2	08/08/2016	7.90E+03	4.90E+02	94%	1.70E+03	2.30E+02	86.47%
3	23/08/2016	2.70E+01	2.30E+01	15%	2.70E+01	2.30E+01	14.81%
4	29/08/2016	4.90E+04	3.30E+02	99%	4.90E+04	2.30E+02	99.53%
5	05/09/2016	3.30E+04	7.90E+01	100%	6.80E+03	7.90E+01	98.84%
6	12/09/2016	3.30E+03	1.70E+01	99%	3.30E+03	1.30E+01	99.61%
7	20/09/2016	3.20E+03	7.90E+03	0%	3.20E+03	2.80E+03	12.50%
8	27/09/2016	1.10E+04	3.30E+04	0%	7.00E+03	2.30E+02	96.71%
9	03/10/2016	2.30E+02	5.40E+06	0%	2.30E+02	4.50E+00	98.04%
10	10/10/2016	6.30E+06	3.30E+02	100%	6.30E+06	1.70E+01	100.00%

Fuente: Elaboración propia, 2016.

**CUADRO 2:** Resultados obtenidos para determinar el comportamiento del pH en el afluente y efluente del filtro con membrana rocosa.

pH de las muestras al ingresar al laboratorio.			
Semana	Fecha	Afluente	Efluente
1	2/8/2016	7.48	7.83
2	8/8/2016	-----	-----
3	23/8/2016	7.76	7.71
4	29/8/2016	7.88	7.78
5	5/9/2016	7.95	7.77
6	12/9/2016	8.17	8.22
7	20/9/2016	7.82	7.78
8	27/9/2016	7.5	7.97
9	3/10/2016	7.68	7.65
10	10/10/2016	7.22	6.86

Fuente: Elaboración propia, 2016.



**CUADRO 3:** Resultados obtenidos para determinar el comportamiento de la temperatura de las muestras al ser transportadas al laboratorio.


<b>Temperatura de las muestras al ingresar al laboratorio.</b>			
<b>Semana</b>	<b>Fecha</b>	<b>Afluente</b>	<b>Efluente</b>
1	2/8/2016	8.3	8.5
2	8/8/2016	8.3	8
3	23/8/2016	9.8	9.2
4	29/8/2016	9.5	9.2
5	5/9/2016	2.4	9.1
6	12/9/2016	3.7	7.5
7	20/9/2016	6.9	5.4
8	27/9/2016	8.6	8.6
9	3/10/2016	5.2	4.8
10	10/10/2016	8.5	6.9

Fuente: Elaboración propia, 2016.

## **ANEXO 5**

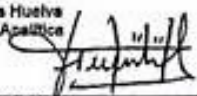

# **RESULTADOS DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS- CIRA, UNAN- MANAGUA.**

*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*


	<b>FORMATO DE CADENA DE CUSTODIA DE MUESTRAS QUE INGRESAN AL CENTRO</b>	<b>FOR-CIRA-ATACC-28</b>
	<b>CIRA/JUNAN</b>	Elaborado por: Iris Hurtado García Vigente desde: Revisión: 2.3

**CLIENTE:** \_\_\_\_\_

Nombre del punto de toma de muestra	Toma de muestras		Número de envases	Análisis solicitados	Tipo de Preservante
	Fecha	Hora			
					<input type="checkbox"/> Ácido sulfúrico <input type="checkbox"/> Ácido Nítrico <input type="checkbox"/> Hexano <input type="checkbox"/> Tiosulfato de sodio <input type="checkbox"/> Hidróxido de sodio <input type="checkbox"/> Acetato de Zinc <input type="checkbox"/> Sulfato de manganeso <input type="checkbox"/> Azida de sodio <input type="checkbox"/> Lugol <input type="checkbox"/> Formalina <input type="checkbox"/> Alcohol etílico <input type="checkbox"/> Otros _____
					<input type="checkbox"/> Ácido sulfúrico <input type="checkbox"/> Ácido Nítrico <input type="checkbox"/> Hexano <input type="checkbox"/> Tiosulfato de sodio <input type="checkbox"/> Hidróxido de sodio <input type="checkbox"/> Acetato de Zinc <input type="checkbox"/> Sulfato de manganeso <input type="checkbox"/> Azida de sodio <input type="checkbox"/> Lugol <input type="checkbox"/> Formalina <input type="checkbox"/> Alcohol etílico <input type="checkbox"/> Otros _____
					<input type="checkbox"/> Ácido sulfúrico <input type="checkbox"/> Ácido Nítrico <input type="checkbox"/> Hexano <input type="checkbox"/> Tiosulfato de sodio <input type="checkbox"/> Hidróxido de sodio <input type="checkbox"/> Acetato de Zinc <input type="checkbox"/> Sulfato de manganeso <input type="checkbox"/> Azida de sodio <input type="checkbox"/> Lugol <input type="checkbox"/> Formalina <input type="checkbox"/> Alcohol etílico <input type="checkbox"/> Otros _____
Entregado por: (firma el cliente)	Fecha y hora:			Recibido por: (Jefe Unidad Venta de Servicios)	Fecha y hora:
Entregado por: (Firma personal Unidad Venta de Servicios)	Fecha y hora:			Recibido por: (Laboratorio de )	Fecha y hora:
Entregado por: (Firma personal Unidad Venta de Servicios)	Fecha y hora:			Recibido por: (Laboratorio de )	Fecha y hora:
Recibido por: (Firma personal Unidad Venta de Servicios)	Fecha y hora:			Recibido por: (Laboratorio de )	Fecha y hora:
Recibido por: (Firma personal Unidad Venta de Servicios)	Fecha y hora:			Recibido por: (Laboratorio de )	Fecha y hora:
Recibido por: (Firma personal Unidad Venta de Servicios)	Fecha y hora:			Recibido por: (Laboratorio de )	Fecha y hora:
Recibido por: (Firma personal Unidad Venta de Servicios)	Fecha y hora:			Recibido por: (Laboratorio de )	Fecha y hora:

Revisado por: Silvia Fuentes Huelva Jefa de Área Analítica Firma: 	Aprobado y Autorizado por: Carmen Chacón Mayorga Jefa de Área Técnica, Aseguramiento y Control de la Calidad Firma: 
Fecha: 2016-03-29	Fecha: 2016-03-29

*Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.*

	<b>FORMATO DE CAMPO PARA LA COLECTA DE MUESTRA</b>	<b>FOR-CIRA-ATACC-27</b>
	<b>CIRA/UNAN</b>	Elaborado por: Iris Hurtado García Vigente desde: 2016-03-29 Revisión: 2.3

CLIENTE: \_\_\_\_\_

IDENTIFICACION DE LA MUESTRA: \_\_\_\_\_

LUGAR: \_\_\_\_\_ COMUNIDAD: \_\_\_\_\_

MUNICIPIO: \_\_\_\_\_ DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_

ELEVACIÓN \_\_\_\_\_msnm COORDENADAS N: \_\_\_\_\_ E: \_\_\_\_\_

FECHA DE TOMA DE MUESTRA: \_\_\_\_\_ HORA TOMA DE MUESTRA: \_\_\_\_\_

ANALISIS SOLICITADOS: \_\_\_\_\_

Marque con una X cuando aplique:

Matriz	Fuente
Agua Natural <input type="checkbox"/>	Rio__ Lago__ Mar__ PE__ PP__ Manantial__ Lluvia__ Grifo__ Agua Envasada__ Otros__
Agua Residual <input type="checkbox"/>	Industrial__ Tipo de efluente _____ Doméstico__ Agua tratada__
Suelo <input type="checkbox"/>	De uso agrícola__ De uso forestal__ De Uso pecuario__ Natural__
Sedimento <input type="checkbox"/>	Marino__ Lacustre__ Fluvial__ Residual__
Peces <input type="checkbox"/>	Marino__ Agua dulce__
Fluido biológico <input type="checkbox"/>	Sangre__ Orina__ Leche__ Grasa__ Otros__
Tejido biológico <input type="checkbox"/>	Especifique: _____
Alimentos <input type="checkbox"/>	Procesado__ No procesado__ Especifique: _____
Ambiente <input type="checkbox"/>	

Clave: PE: Pozo Excavado PP: Pozo Perforado

**PARÁMETROS DE CAMPO:**

pH: \_\_\_\_\_ Unidades de pH      Temperatura: \_\_\_\_\_ °C      Conductividad eléctrica \_\_\_\_\_  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$

Salinidad: \_\_\_\_\_ %      Cloro Residual: \_\_\_\_\_  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$       Potencial Redox: \_\_\_\_\_ mV

Oxígeno Disuelto: \_\_\_\_\_  $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$       Saturación de Oxígeno: \_\_\_\_\_ %

**TIPO DE MUESTRA:**

Puntual \_\_\_\_\_ Estratificado \_\_\_\_\_ No de Intervalos \_\_\_\_\_ Integral: \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ m

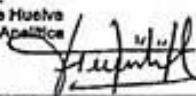

Compuesta de \_\_\_\_\_ horas

Equipo utilizado para la toma de muestra: \_\_\_\_\_


Observaciones: \_\_\_\_\_

Nombre de la persona que tomó la muestra \_\_\_\_\_

Para Uso de la Unidad Venta de Servicios	Nombre de la persona que verifica esta información: Fecha de Verificación:	
Para Uso del laboratorio	Iniciales analista a Cargo:	Código de la muestra en el laboratorio:

Revisado por: Sylvia Fuentes Huelva Jefa de Área Analítica Firma: 	Aprobado y Autorizado por: Carmen Checón Mayorga Jefa de Área Técnica, Aseguramiento y Control de la Calidad Firma: 
Fecha: 2016-03-29	Fecha: 2016-03-29


**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Monje España 300 m al norte, teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982  
 Telex (505) 2287 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira.unan.edu.ni

**CLIENTE**

**UNAN-MANAGUA**  
 De la Rotonda Rigoberto López Pérez 600 m al sur  
 Managua, Managua  
 Sra. Vanessa Lacayo  
 Teléfono No. 8188 0771



**Resultados Analíticos de Microbiología**

PARÁMETRO DE LA MUESTRA	RESULTADO	LÍMITE DE REFERENCIA
AGUA RESIDUAL		
ORIGEN	Agua residual	
IDENTIFICACIÓN PREOPERACIONAL POR EL CLIENTE	Agua residual (General)	
LUGAR Y/O CONFINAMIENTO	PTZACASAPAYAC, China	
COORDENADAS	Managua, Managua	
ELEVACIÓN	1° 57' N, 86° 09' O	
FECHA DE MUESTREO	4/20/2016	
HORA DE MUESTREO	20:16:02	
CÓDIGO DEL LABORATORIO	MB-1178	
FECHA DE RECEPCIÓN	2016-08-02	
FECHA DE FIN DE LOS ANÁLISIS	2016-08-02	
FECHA DEL REPORTE	2016-08-11	

Parámetros	Método	Unidad de Detección	Resultados	Unidades
COLIFORMES TERMOFILANTES	9221 E <sup>1</sup>	< 1,8	4,90E+03	NMP/100 ml
Escherichia coli	9221 F <sup>1</sup>	< 1,8	4,90E+03	NMP/100 ml


**Observaciones:**

Chlorine: NMP/100 ml. Número más Probable en caso negativo de muestra analizada.

Observaciones: Coliformes fecales (determinación manual)

Referencias: American Public Health Association (APHA) (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21<sup>st</sup> Edition. Washington, APHA.

Director de Laboratorio:  
 Jefe Laboratorio de Microbiología



LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD Y CONTROL DE LA CALIDAD

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**


En función de las prestaciones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1178 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la información presentada en este reporte.

Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Consentimos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros, los mantendrá la Institución por un tiempo de 5 años.

ÁREA ANALÍTICA

CIRA/UNAN







LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA

INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD Y CONTROL DE LA CALIDAD


Managua, a los once días del mes de agosto del año dos mil dieciséis




**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**

 <p><b>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua</b>  <b>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</b>          Hospital Marine Estación 350 m al norte, Teléfono: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982          Telex: (505) 2207 8168, Internet: postal4388.com, ventas.servicio@ciara.unan.edu.ni</p>		<p><b>CLIENTE</b></p> <p>UNAN-MANAGUA          De la Rotonda Rigoberno López Pérez 600 m al sur          Managua, Managua          Sra. Vanessa Lacayo          Teléfono No. 8188 0771</p>	
<p><b>RESULTADOS ANALÍTICOS DE MICROBIOLOGÍA</b></p> <p>MATRIZ DE LA MUESTRA          FUENTE          REFINICACIÓN PROFESIONALIZADA POR EL CLIENTE          LOCAL Y/O COMUNIDAD          MUNICIPIO, DEPARTAMENTO O COORDINADOR          MANAGUA, MANAGUA          FECHA DE MUESTREO          17-05-16, 08-09-16          HORA DE MUESTREO          05 h 35</p> <p>AGUA RESIDUAL          Agua bebida          Etapas (no necesariamente)          PT, AB, Desinfección, Ozono          Managua, Managua          17-05-16, 08-09-16          420 min          2016-04-02          05 h 35</p> <p>CÓDIGO DE LABORATORIO          FECHA DE RECEPCIÓN          FECHA DE EMPO DEL ANÁLISIS          FECHA DEL REPORTE          MB-1179          2016-04-02          2016-08-02          2016-08-11</p>		<p><b>Declaro 33,95% Capitulo VI</b></p>	
<p><b>Parámetros</b></p> <p>COLOFORMES TERMOLOBRANTES          Espectroscópico</p>	<p><b>Método</b></p> <p>9221 E<sup>1</sup>          9221 F<sup>1</sup></p>	<p><b>Límite de Detección</b></p> <p>&lt; 1,8          &lt; 1,8</p>	<p><b>Resultados</b></p> <p>3,20E+02          2,20E+02</p> <p><b>Unidades</b></p> <p>NMP/100 ml          NMP/100 ml</p>
<p>por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas          y en ningún caso superior a 50.000 por cada 100 ml</p>			
<p><b>Comentarios:</b></p> <p>Coliformes termotolerantes Coliformes fecales (enumeración por placa)</p>			
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Fecha: 10/07/16 Número total Probables en cada millón de muestra analizada</p> <p>Detrás de Laboratorio:          pH 7,63 Unidades de pH          Temperatura agua de muestra 33,5 °C</p>			
<p><b>Referencias:</b></p> <p>American Public Health Association (APHA) (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21<sup>st</sup> Edition. Washington, APHA</p> <p>1. Directrices para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agrícolas. Decreto No. 3395</p>			
<p><b>DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS</b></p> <p>En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1179 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".</p> <p>Consentimos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.</p>			
<p>  <b>AREA ANALITICA</b>          CIRAVUNNAN</p> <p>  <b>AREA ANALITICA</b></p>			
<p>Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRAVUNNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.</p> <p>Managua, a los once días del mes de agosto del 2016</p>			
<p>  <b>AREA TECNICA, ASESORIA Y CONTROL DE LA CALIDAD</b>          CIRAVUNNAN</p>			

**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6992  
 Telefax: (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-unan.edu.ni



2016-MB-1201

**CLIENTE**

UNAN - MANAGUA  
 De la Rodada Rigoberto López Pérez 600 m al Sur  
 Managua, Managua  
 Sra. Vanessa Lacayo  
 Tel. 0188 0771

**Resultados Analíticos de Microbiología**


<p><b>MATRIZ DE LA MUESTRA</b></p> <p>FUENTE: RESERVA DE PROTECCIÓN PARA EL CLIENTE</p> <p>UBICACIÓN: MUNICIPIO DE MASATEPE</p> <p>COORDENADAS: COMODORIAS</p> <p>ELEVACIÓN: 420 mnm</p> <p>FECHA DE MUESTREO: 2016-08-08</p> <p>HORA DE MUESTREO: 05 h 30</p>	<p><b>AGUA RESIDUAL</b></p> <p>Aguá Trucada</p> <p>Alameda Amadorio (Grenal)</p> <p>P.746 - Masatepe, China</p> <p>Masatepe, Masatepe</p> <p>11° 52' N; -86° 07' O</p> <p>420 mnm</p> <p>2016-08-08</p> <p>05 h 30</p>
--	--

**CÓDIGO DEL LABORATORIO:** MB1201  
**FECHA DE RECEPCIÓN:** 2016-08-08  
**FECHA DE FIN DEL ANÁLISIS:** 2016-08-08  
**FECHA DEL REPORTE:** 2016-08-16

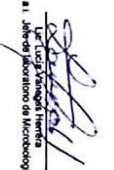
Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades
COLIFORMES TERMO TOLERANTES	9221 E <sup>1</sup>	< 1.8	7.90E+03	NMP/100 ml
Escherichia coli	9221 F <sup>1</sup>	< 1.8	1.70E+03	NMP/100 ml

**Chemist:** NMP/100 ml. Número más Probable en cien millones de muestra analizada

**Chemist:** Datos de Laboratorio: Temperatura: 8.3 °C



Lic. Enrique Compañero Rosales



M. J. Wilson Jaramero de Microbiología

**Chemist:** Coliformes Intocables (determinación manual)  
 Registrar en el informe de resultados la temperatura y pH de la muestra al momento.  
 No se realizó lectura de pH de la muestra

**Referencias:** American Public Health Association (APHA) (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition. Washington APHA.

Página 1 de 1

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04-001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1201 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.



AREA ANALITICA




AREA ANALITICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRAUNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los dieciséis días del mes de agosto del año mil dieciséis.



**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Moore, España, 300 m al norte, 1 edificio. (505) 2278 6981, 2278 6187, 2278 6982  
 Telefax: (505) 2287 8188, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@vcr.unan.edu.ni

**2016-AMB-1202**

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1202 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Decreto 33-95*, Capítulo VI
COLIFORMES TERMO-TOLERANTES	5221 E1	< 1,8	4,90E+02	NMP/100 ml	Año 22 y 24.- Los límites máximos permitidos de coliformes fecales medidos como número más probable no deberá exceder de 10,000 por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 50,000 por cada 100 ml
E. coli	5221 F1	< 1,8	2,30E+02	NMP/100 ml	

**CLIENTE**

**UNAN - MANAGUA**  
 De la Rotonda Rigoberto Lopez Payne 600 m al Sur  
 Managua, Managua  
 Sra. Verónica Lacayo  
 TEL. 8188 0771

**MATRE DE LA MUESTRA**  
 IDENTIFICACION PROYECTO/COMUNIDAD POR EL CLIENTE  
 LUGAR VIVO COMUNITARIO  
 MUNICIPIO, DEPARTAMENTO  
 COORDENADAS  
 ELEVACION  
 FECHA DE MUESTREO  
 HORA DE MUESTREO

**AGUA RESIDUAL**  
 Agua Trucada  
 Estación Inter-comunal (Sakal)  
 PTA. Masatepe, Chinla  
 Masatepe, Managua  
 11° 54' N, 86° 09' O  
 420 msnm  
 2016-04-04  
 08 h 35

**CODIGO DEL LABORATORIO**  
**FECHA DE RECEPCION**  
**FECHA DE EMPO DEL ANALISIS**  
**FECHA DEL REPORTE**


MB-1202  
 2016-04-04  
 2016-04-04  
 2016-04-16

**Observaciones:**  
 Coliformes termotolerantes: Coliformos fecales (determinación estero)


Reportar en el formato de resultados la temperatura y pH de la muestra al momento de reportar los resultados. Reportar concentraciones expresadas en N.O. No se realizó lectura de pH de la muestra

**Fecha de Laboratorio:**  
 Temperatura: 18.0 °C

**OMR:**  
 Muestra 100 ml. Número más Probable en con millares de muestras analizadas




Lic. Eugenia Rodríguez Anguila Rosales




Lic. Lissette Rodríguez Herrera  
 al Jefe de Laboratorio de Microbiología

**Referencias:**  
 \* American Public Health Association (APHA) (2005). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 21<sup>st</sup> Ed. Edson. Washington APHA.  
 † Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias, Decreto No. 33-95


Managua, a los dieciséis días del mes de agosto del año 2016, mil dieciséis.



**AREA ANALITICA**  
**CIRA/UNAN**




**AREA ANALITICA**



**AREA TECNICA DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD CIRA/UNAN**




**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**

Hospital Monte Escoba 300 m al norte, Teléfono: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982  
 Telefax: (505) 2267 8169, apartado postal 4398, correo: ventas.servicio@cran.unan.edu.ni



**CLIENTE**

**UNAN - MANAGUA**  
 De la Red de Epigobios Lopez Perez 600 m al Sur  
 Managua, Managua  
 Sra. Yvesssa Lacayo  
 Tel. 8188 9771

**Resultados Analíticos de Microbiología**

**AGUA RESIDUAL**

**MATRE DE LA MUESTRA**  
 PUNTE  
 DENTRIFICACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE  
 LOCAL Y/O COMUNIDAD  
 MUNICIPIO, DEPARTAMENTO  
 CONCORDIAS  
 ELEVACION  
 FECHA DE MUESTREO  
 HORA DE MUESTREO  
 CÓDIGO DEL LABORATORIO  
 FECHA DE RECEPCIÓN  
 FECHA DE FINO DEL ANALISIS  
 FECHA DEL REPORTE



**MANAGUA**  
 Agua Trucada  
 Alcantar (Ino-cocci (Estrusali)  
 PTAR - Masatepe, Chira  
 Masatepe, Masatepe  
 11° 45' N ; 86° 09' O  
 420 msnm  
 2016-08-15  
 05 h 30  
 MB-1232  
 2016-08-15  
 2016-08-15  
 2016-08-19

Parámetros	Método	Unidad de Detección	Resultados	Unidades
<b>COLIFORMES TERMO-TOLERANTES</b>	9221 E'	< 1.8	< 1.8 x 10 <sup>3</sup>	NMP/100 ml
<b>Espectro colif</b>	9221 F'	< 1.8	< 1.8 x 10 <sup>3</sup>	NMP/100 ml

**Observaciones:**  
 Coliformes termotolerantes: Coliformos fecales (determinación errónea)  
 La muestra contenía a colif. marít.

**Comentarios:**  
 NMP/100 ml. Número más Probable en una muestra de muestra analizada

**Datos de Laboratorio:**  
 pH: 8.77 (Unidades de pH)  
 Temperatura: 6.1°C

Lic. Oscar Jiménez  
 Jefe de Laboratorio de Microbiología

**Referencias:**  
 American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21ª Edición. Washington: APHA.

**2016-MB-1232**

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04-001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1232 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.



**ÁREA ANALÍTICA**



**ÁREA ANALÍTICA**


Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRAJUNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los diecinueve días del mes de agosto del 2016 mil dieciséis




**ÁREA TÉCNICA DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD**  
 CIRAJUNAN

**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Moche España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982  
 Telex (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicio@cira-unan.edu.ni



**CLIENTE**

UNAN - MANAGUA  
 De la Rotonda Rigoberto López Pérez 600 m al Sur  
 Managua, Managua  
 Sra. Vanessa Lacayo  
 Tel. 8188 0771

**Resultados Análisis de Microbiología \***

**AGUA RESIDUAL**

**AGUA TRATADA**

**REPETICIÓN PROPONIDA POR EL CLIENTE**

UBICACIÓN: Masatepe, Masatepe, Masatepe, Masatepe, Masatepe, Masatepe  
 COORDENADAS: 11° 52' N ; 86° 09' O  
 ELEVACIÓN: 420 mnm  
 FECHA DE MUESTREO: 2016-08-15  
 HORA DE MUESTREO: 06 h 35'

COBO DE LABORATORIO: MB-1233  
 FECHA DE RECEPCIÓN: 2016-08-15  
 FECHA DE EMPO DEL ANALISIS: 2016-08-15  
 FECHA DEL REPORTE: 2016-08-19

Parámetros	Método	Unite de Detección	Resultados	Unidades	Decreto 33,951, Capítulo VI
COLIFORMES TERMO-TOLERANTES	9221 E <sup>1</sup>	< 1,8	< 1,8	NMP/100 ml	Ato 22 y 24.- Los límites máximos permisibles de coliformes fecales medidos como número más probable no deberá exceder de 10,000 por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 50,000 por cada 100 ml.
Escherichia coli	9221 F <sup>1</sup>	< 1,8	< 1,8	NMP/100 ml	

**Observaciones:**

Coliformes fecales (determinación estero)

La muestra cumple a todo nivel

**Observador:**

Coliformes fecales (determinación estero)


La muestra cumple a todo nivel


**Cliente:**

NMP/100 ml. Número más Probable en con método de muestra analizada

**Datos de Laboratorio:**

pH: 6,90 Unidades de pH  
 Temperatura: 6,4 °C

  
 Sr. Vanessa Lacayo  
 Cliente

  
 Lic. Luis Lamorgna Jimena  
 Jefe de Laboratorio de Microbiología

**2016-MB-1233**

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1233 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.

  
**ÁREA ANALÍTICA**  
  
**ÁREA ANALÍTICA**


Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRAJUMAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los diecinueve días del mes de agosto del año dos mil dieciséis

  
**ÁREA TÉCNICA DE REGISTRO, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD**  
**CIRAJUMAN**




**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Monte España, 300 m al norte - Telefonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982  
 Telefax (505) 2357 8189, apartado postal 4598, correo ventas.servicio@icra-una.edu.ni

**CLIENTE**

**UNAJA MANAGUA**  
 De la Rodonda Rigoberto López Pérez 600 m al sur  
 Managua, Managua  
 Sra. Verónica Lacayo  
 Teléfono No. 8186 0771



**Resultados Analíticas de Microbiología**

<p><b>MATRIZ DE LA MUESTRA</b></p> <p><b>FUENTE</b></p> <p>RENTIFICACIÓN PROYECTO/COMUNIDAD POR EL CLIENTE</p> <p>UNAJA Y/O COMUNIDAD</p> <p>MUNICIPIO, DEPARTAMENTO</p> <p>COORDENADAS</p> <p>ELEVACION</p> <p>FECHA DE MUESTREO</p> <p>HORA DE MUESTREO</p> <p>CÓDIGO DEL LABORATORIO</p> <p>FECHA DE RECEPCIÓN</p> <p>FECHA DE EMPEZO DEL ANALISIS</p> <p>FECHA DEL REPORTE</p>	<p><b>AGUA RESIDUAL</b></p> <p>Aguja residual</p> <p>Alcance Río rocoso (Entrada)</p> <p>PTAR Masatepe, China</p> <p>Managua, Managua</p> <p>11° 55' N, 86° 09' W</p> <p>420 mnm</p> <p>2016-08-23</p> <p>05 h 30</p> <p>MB-1275</p> <p>2016-08-23</p> <p>2016-08-23</p> <p>2016-08-31</p>
--	--

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades
COLIFORMES TERMOQUEROBANTES	9221 E <sup>1</sup>	< 1.8	2.70E+01	NMP/100 ml
E. Coli	9221 F <sup>1</sup>	< 1.8	2.70E+01	NMP/100 ml

**Client:**

NMP/100 ml Número más probables en cada millares de muestra analizada

**Chemist:**

Coliforms termodurables, Coliforms fecales (determinación anterior)


**References:**


American Public Health Association (APHA) (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 17<sup>th</sup> Edition, Washington, APHA

**Fecha de Laboratorio:**

PH 7.76 Unidades de pH

Temperatura agua de muestra 38.2 °C

  
 MSC Oscar Talamo

  
 Lic. Argentina Zelaya Noguera  
 Jefe de Laboratorio de Microbiología

**2016-MB-1275**

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1275 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.



AREA ANALITICA  
CIRA/UNAN



AREA ANALITICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá dárlos al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los trece (13) días del mes de agosto del año dos mil dieciséis (2016).


**AREA TECNICA DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD**

**HSR/UNAN**





**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**

Hospital Monte España 500 m al norte, Teléfono: (505) 2278 6981, 2278 6167, 2278 6982  
Teléfono: (505) 2287 8165, apartado postal 4396, correo: ventas.servicio@ciaran.unan.edu.ni

Resultados Analíticas de Microbiología

**CLIENTE**

UNAN-MANAGUA  
De la Ronda Rigoberto López Pérez 600 m al sur  
Managua, Managua  
Sra Vanessa Lacayo  
Teléfono No. 8188 0771

---

**MAPEO DE LA MUESTRA**

PAIS: NI  
REPLICACION PROPORCIONAL POR EL CLIENTE  
LUGAR Y/O COMUNIDAD  
MUNICIPIO DE FRENTE ALIENADO  
COORDINADAS  
ELEVACION  
FECHA DE MUESTREO  
HORA DE MUESTREO  
COMO DEL LABORATORIO  
FECHA DE RECEPCION  
FECHA DE INICIO DEL ANALISIS  
FECHA DEL REPORTE

**AGUA RESIDUAL**

Aquí se indica  
Ejemplo: Río o canal (Salud)  
PI: A1 Masatepe, China  
Masatepe, Masatepe  
17° 55' N, 84° 04' W  
430 mm  
2016-08-23  
05 h:35

M81276  
2016-08-23  
2016-08-23  
2016-08-31


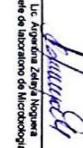
Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Decreto 33-95 <sup>1</sup> Capítulo VI
COLIFORMES TERMO-TOLEANTES	9221 E <sup>1</sup>	< 1.8	2.30E+01	NMP/100 ml	Año 22 y 24. Los límites máximos permisibles de coliformes fecales
Escherichia coli	9221 F <sup>1</sup>	< 1.8	2.30E+01	NMP/100 ml	módulo como número más probable no deberá exceder de 10,000 por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 50,000 por cada 100 ml

**Cliente:**  
NMP/100 ml Número más Probable en cada milímetro de muestra analizada

**Observaciones:**  
Coliformes fecales (Observación previa)

**Referencias:**  
<sup>1</sup> American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21<sup>a</sup> Edición. Washington, APHA  
<sup>2</sup> Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agrícolas, Decreto No. 33-95

**Datos de Laboratorio:**  
pH 7.17 Unidades de pH  
Temperatura agua de muestra 9.2 °C


Lic. Patricia Tapia  
Ases. Claudio Talero

Lic. Angélica Zelaya Nogueira  
Jefe de Laboratorio de Microbiología


**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las prestaciones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1276 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservaremos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.



AREA ANALITICA




AREA ANALITICA

**AREA ANALITICA**

**CIRA/UNAN**

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.


Managua, a los treinta y un días del mes de agosto del año dos mil dieciséis



ARPA TÉCNICA DE ASESORIA AMBIENTAL  
Y CONTROL DE CALIDAD  
CIRA/UNAN



**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982  
 T. Fax: (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira-uanan.edu.ni

**CLIENTE**

UNAN-MAAAGUA  
 De la Rotonda Rigoberto Lopez Perez 800 m al Sur  
 Managua, Managua  
 Sra. Vanessa Lacayo  
 Teléfono No. 8188 0771

**MATRIZ DE LA MUESTRA**

FLUENTE: LUJAN Y/O CAJAMAHO  
 MUNICIPIO: DEPARTAMENTO DE MASATEPE  
 COORDENADAS: 11° 55' N, 85° 09' W  
 ELEVACION: 420 metros  
 FECHA DE MUESTREO: 2016-04-29  
 HORA DE MUESTREO: 06 h. 00

**AGUA RESIDUAL**

Aguas servidas  
 Abastecimiento (Emanajal)  
 PIRACAMARCA, China  
 Masatepe, Managua  
 420 metros  
 2016-04-29  
 06 h. 00

**COLORES TERMOTOLERANTES**

Espectroscopía col'

**Método**

9221 E<sup>1</sup>  
 9221 F<sup>1</sup>

**Límite de Detección**

< 1.8  
 < 1.8

**Resultados**

4.90E-04  
 4.90E-04

**Unidades**

NMP/100 ml  
 NMP/100 ml

**Color del Laboratorio:** pH 7.88 Unidades de pH  
 Temperatura: 5.5 °C


**Referencias:**  
 American Public Health Association (APHA) (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21<sup>st</sup> Edition. Washington: APHA

2016-MB-1327


**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1327 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.



AREA ANALITICA  
CIRA/UNAN




AREA ANALITICA  
CIRA/UNAN

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.


Managua, a los cinco días del mes de septiembre del año dos mil dieciséis

Lic. Argemiro Zúñiga  
Jefe de Laboratorio de Microbiología




AREA TECNICA DE ASESORAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD  
CIRA/UNAN

**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Nonhe Mendiola Estrada 200 m al norte, Teléfono: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982  
 Tercera (505) 2267 8169, Marítimo Postal 4398, correo: ventas.servicio@CIRA.unan.edu.ni



**2016-MB-1328**

**CLIENTE**

UNAN-MAASACUA  
 De la Ribera Riquelme López Pérez 600 m al Sur  
 Managua, Managua  
 Sr. Vanessa Lezcano  
 Teléfono No. 8188 8771

**RESULTADOS ANALÍTICOS DE MICROBIOLOGÍA**

**AGUA RESIDUAL**

AGUA SUCIA  
 Fuente: (no se sabe) (Sala)  
 PUNTO DE MUESTREO: Masatepe, Masatepe  
 11° 57' N, 86° 09' W

420 mm  
 2016-08-29  
 04:10

MB1328  
 2016-08-29  
 2016-08-29  
 2016-09-05


Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Decreto 33-95 <sup>2</sup> , Capítulo VI
COLIFORMES TERMO-TOLERANTES	S221 E <sup>1</sup>	< 1.8	3.30E+02	NMP/100 ml	Art. 22 y 24 - Los errores máximos permitidos en cada forma fecales
E. coli	S221 F <sup>1</sup>	< 1.8	2.30E+02	NMP/100 ml	medida como número más probable no deberá exceder de 10,000 por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 50,000 por cada 100 ml

**Observaciones:**


Medio 100 ml. Número más Probable en Car. millones de unidades fecales

**Observaciones:** Calentamiento de la muestra se registró a las 10:00 am

Temperatura 32 °C



Lic. Eder Vivero Herrera




Lic. Apolonia Zúñiga  
Jefe de Laboratorio de Microbiología


**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología ha de constatar que la muestra codificada como MB-1328 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.




**ÁREA ANALÍTICA**  
 CIRA/UNAN









Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los cinco días del mes de agosto del año dos mil dieciséis









**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**

 <p align="center"><b>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua</b>  <b>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</b>          Hospital Morne España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6992          Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo ventas.servicios@ora.unan.edu.ni</p>			
<p><b>CLIENTE</b></p> <p><b>UNAN - MANAGUA</b>          Dpto. Recursos Acuáticos          Masatepe, Managua          Sra. Vanessa Lacayo</p>		<p align="center"><b>Resultados Analíticos de Microbiología</b></p> <p><b>AGUA RESIDUAL</b>          Agua Trazada          Admisión (no como Efluente)          PRTM - Masatepe, Costa          Masatepe, Managua          11° 53' N; 86° 09' W          420 msnm          2016-09-05          06 h 05</p>	
<p><b>PARÁMETROS</b></p> <p><b>COLIFORMES TERMOFILIZANTES</b>          Escherichia col</p>		<p><b>AGUA RESIDUAL</b>          Fuente: ESTACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE          Lugar: NO COMUNITARIO          Municipio: DEPARTAMENTO DE COORDINADOS          Elevación:          Fecha de Muestreo:          Hora de Muestreo:          Código del Laboratorio:          Fecha de Inicio del Análisis:          Fecha del Reporte:</p>	
<p><b>Método</b>          9221 E<sup>1</sup>          9221 F<sup>1</sup></p>		<p><b>Limite de Detección</b>          &lt; 1.8          &lt; 1.8</p>	
<p><b>Resultados</b>          3.30E+04          6.30E+03</p>		<p><b>Unidades</b>          NMP/100 ml          NMP/100 ml</p>	
<p><b>Comentarios:</b>          Cálculos normalizados - Cálculos locales (aproximación a 20°C)</p>		<p><b>Datos de Laboratorio:</b>          Temperatura: 24 °C          pH: 7.85 Unidades de pH</p>	
<p><b>Referencias:</b>          American Public Health Association (APHA) (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 21<sup>st</sup> Edition Washington, APHA</p>		<p align="center">           Sr. Francisco Rodríguez          Jefe de Laboratorio de Microbiología     </p> <p align="center">           Lic. Ana María Salazar          Jefe de Laboratorio de Microbiología     </p>	
<p align="right">Página 1 de 1</p>			
<p align="right">2016-AMB-1367</p>			
<p align="center"><b>DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS</b></p> <p>En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1367 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".</p> <p>Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.</p>			
<p align="center">   <b>AREA ANALITICA</b>  <b>CIRA/UNAN</b> </p>			
<p>Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.</p> <p align="right">Managua, a los trece días del mes de septiembre del año dos mil dieciséis.</p>			
<p align="center">   <b>AREA TÉCNICA DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD Y CONTROL DE LA CALIDAD CIRA/UNAN</b> </p>			





**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



 <p><b>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua</b>  <b>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</b>          Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982          Telefax: (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@CIRA.unan.edu.ni</p>			
<p><b>CLIENTE</b></p> <p>UNAN - MANAGUA          De la Rodonda Rigoberto Lopez Perez 600 m al Sur          Masatepe, Managua          Sra. Vanessa Lincejo</p>		<p><b>Resultados Analíticos de Microbiología</b></p> <p><b>MATRI DE LA MUESTRA</b></p> <p>AGUA RESIDUAL</p> <p><b>FUENTE</b></p> <p>IDENTIFICACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE</p> <p>LOCALIDAD COMUNIDAD</p> <p>MANAGUA, DEPARTAMENTO</p> <p>COORDENADAS</p> <p>ELEVACION</p> <p>FECHA DE MUESTREO</p> <p>HORA DE MUESTREO</p> <p>COORDENADAS DEL LABORATORIO</p> <p>FECHA DE RECEPCION</p> <p>FECHA DE FINO DEL ANALISIS</p> <p>FECHA DEL REPORTE</p>	
<p><b>Parámetros</b></p> <p>OCLIFORMES TERMOOTOLERANTES</p> <p>Escherichia coliformes</p>		<p><b>Limite de Detección</b></p> <p>&lt; 1.8</p>	
<p><b>Método</b></p> <p>9221 E1</p> <p>9221 F1</p>		<p><b>Resultados</b></p> <p>7.90E+01</p> <p>7.90E+01</p>	
<p><b>Unidades</b></p> <p>NMP/100 ml</p> <p>NMP/100 ml</p>		<p><b>Decreto 33.957, Capítulo VI</b></p> <p>Año 22 y 24.- Los límites máximos permisibles de coliformes fecales medidos como número más probable no deberá exceder de 10.000 por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 50.000 por cada 100 ml.</p>	
<p><b>Observaciones</b></p> <p>Coliformes fecales (determinación estándar)</p>		<p><b>Datos de Laboratorio:</b></p> <p>Temperatura 81 °C</p> <p>pH 7.77 Unidades de pH</p>	
<p><b>Referencias:</b></p> <p>1 American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21<sup>a</sup> Edición. Washington: APHA.</p> <p>2 Depósitos para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias. Decreto No. 33.95</p>		<p><b>AREX ANALITICA</b></p> <p></p> <p>Lic. Argentina Zavala Nicogara          Jefe de Laboratorio de Microbiología</p>	
<p><b>AREX ANALITICA</b></p> <p>CIRA/UNAN</p>		<p><b>DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALITICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS</b></p> <p>En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04-001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1368 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".</p> <p>Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros, los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.</p> <p></p> <p><b>AREX ANALITICA</b></p> <p></p> <p><b>AREX ANALITICA</b></p>	
<p><b>AREX ANALITICA</b></p> <p>CIRA/UNAN</p>		<p>Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.</p> <p>Managua, a los trece días del mes de septiembre del año 2016 (13/09/2016).</p> <p></p> <p><b>AREA TÉCNICA DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD</b></p> <p><b>Y CONTROL DE LA CALIDAD</b></p> <p>CIRA/UNAN</p>	



**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**

 <p><b>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua</b>  <b>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</b>          Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982          Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira.unan.edu.ni</p>			
<p><b>CLIENTE</b></p> <p>UNAN - MANAGUA          De la Rectoría Rigoberto López Pérez 600 m al Sur          Managua, Managua          Sra. Vanessa Laceroy</p>		<p><b>Resultados Analíticos de Microbiología</b></p> <p><b>AGUA RESIDUAL</b></p> <p><b>FUENTE</b>          RESERVOARIO HORIZONTAL PARA EL CLIENTE          URBANO COMUNAL          MUNICIPIO DE MASATEPE          COMENDANALÁ</p> <p><b>ELEVACIÓN</b>          420 msnm</p> <p><b>FECHA DE MUESTREO</b>          2016-09-12</p> <p><b>HORA DE MUESTREO</b>          05 h:30</p> <p><b>CÓDIGO DEL LABORATORIO</b>          MB-1419</p> <p><b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>          2016-09-12</p> <p><b>FECHA DE FINO DEL ANÁLISIS</b>          2016-09-12</p> <p><b>FECHA DEL REPORTE</b>          2016-09-20</p>	
<p><b>PARÁMETROS</b></p> <p>COLOCACIONES TERMOOTERANTES          Escherichia col</p>		<p><b>Método</b>          9221 E<sup>1</sup>          9221 F<sup>1</sup></p>	
<p><b>Límite de Detección</b>          &lt; 1.8</p>		<p><b>Resultados</b>          3.30E+03          3.30E+03</p>	
<p><b>Unidades</b>          NIAP/100 ml          NIAP/100 ml</p>		<p><b>Observaciones:</b>          Coliforma heterodivertente (determinación errónea)</p>	
<p><b>Clave:</b>          NIAP/100 ml Número más probable en cien milímetros de muestra analizada</p>		<p><b>Datos de Laboratorio:</b>          Temperatura 37 °C          pH 8.17 Unidades de pH</p>	
<p><b>Referencias:</b>          1. American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 71ª Edición. Washington: APHA</p>		<p><b>ÁREA ANALÍTICA</b>          CIRA/UNAN</p> <p><b>ÁREA ANALÍTICA</b></p>	
<p><b>Declaración del Aseguramiento y Control de la Calidad Analítica en este Reporte de Resultados</b></p> <p>En función de las prestaciones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1419 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".</p> <p>Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.</p>		<p><b>ÁREA ANALÍTICA</b>          CIRA/UNAN</p> <p><b>ÁREA ANALÍTICA</b></p>	
<p>Managua, a los veinte días del mes de septiembre del año dos mil dieciséis.</p>		<p><b>ÁREA TÉCNICA DE ASESORAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD CIRA/UNAN</b></p>	

**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**

 <p align="center"><b>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua</b>  <b>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</b>          Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfono: (505) 2278 6981, 2278 6787, 2278 6982          Telefax: (505) 2267 8168, apartado postal 4598, correo: ventas.servicio@cria.unan.edu.ni</p>		 <p align="center"><b>2016-MB-1420</b></p>		
<b>CLIENTE</b> UNAN - MANAGUA De la Rotonda Rigoberto López Pérez 600 m al Sur Managua, Managua Sra. Vanessa Lezayo		<b>Resultados Analíticos de Microbiología</b> MATRIZ DE LA MUESTRA FUENTE: Agua Trazada DESCRIPCIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE: Embudo tipo cónico (S&B) LOCAL Y/O COLECTADO: PUNTA - Masatepe, Oroca MUNICIPIO, DEPARTAMENTO: Masatepe, Managua COORDENADAS: 11° 55' N, 86° 08' W ELEVACION: 420 metros FECHA DE MUESTREO: 2016-09-12 HORA DE MUESTREO: 05:15 COORDENADOR DEL LABORATORIO: MRS-1420 FECHA DE RECEPCIÓN: 2016-09-12 FECHA DE FIN DEL ANÁLISIS: 2016-09-12 FECHA DEL REPORTE: 2016-09-20		
<b>Parámetros</b> COLIFORMES TERMOFILIZANTES Escherichia coli	<b>Método</b> 9221 E1 9221 F1	<b>Límite de Detección</b> < 1.8 < 1.8	<b>Resultados</b> 1.70E+01 1.30E+01	<b>Unidades</b> NIAP/100 ml NIAP/100 ml Decreto 33-95, Capítulo VI Art. 27 y 28 - Los límites máximos permisibles de coliformes fecales medidos como número más probable no deberá exceder de 10,000 por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 50,000 por cada 100 ml.
<b>Observaciones:</b> Coliformes heterocotantes: Coliformes heterocotantes (información errónea) Datos de Laboratorio: Temperatura: 7.5 °C pH: 6.22 Unidades de pH		Firmas: L. C. Rigoberto López Pérez Jefe de Laboratorio de Microbiología L. C. Vanessa Lezayo Jefa de Laboratorio de Microbiología		
<b>Referencias:</b> * American Public Health Association (APHA), (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 21 <sup>a</sup> Edición. Washington: APHA. * Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias, Decreto No. 33-95				

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1420 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.


  
 AREA ANALITICA  
  
 AREA ANALITICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.


Managua, a los veinte días del mes de Septiembre del año dos mil dieciséis.

  
 AREA TECNICA ASESORAMIENTO  
 Y CONTROL DE CALIDAD

**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Morón España 300 m al norte, Teléfono (505) 2278 5981, 2278 6767, 2278 5982  
 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@cira.unan.edu.ni



**CLIENTE**

UNAN - MANAGUA  
 De la Red de Edificación López Pérez 600 m al Sur  
 Managua, Managua  
 Sra. Vanessa Laceyro  
 Tel. 8188 0771

**MATRIZ DE LA MUESTRA**

FUENTE: AGUA RESIDUAL

RENT FICACION PROPIONICOMANADA POR EL CLIENTE

LUGAR Y/O COMUNIDAD: Alameda (Barro Colorado) (Estrada)

MUNICIPIO DEPARTAMENTO: Masatepe, Masatepe, Chinza

COORDENADAS: 11°55' N, 86°08' W

ELEVACION: 420 msnm

FECHA DE MUESTREO: 2016-09-20

HORA DE MUESTREO: 08 h:00

CODIGO DEL LABORATORIO: MB-1434

FECHA DE RECEPCION: 2016-09-20

FECHA DE EMISO DEL ANALISIS: 2016-09-26

**Resultados Analíticos de Microbiología**


Parámetros	Método	Unidad de Detección	Resultados	Unidades
COLIFORMES TERMO-TOOLERANTES	9221 E1	< 1,8	3,20E+03	NMP/100 ml
Escherichia coli	9221 F1	< 1,8	3,20E+03	NMP/100 ml

**Comentarios:**


Definición: Coliformes fecales (determinación expres)

**Referencias:**

American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 st Edition. Washington APHA.



J. Rodríguez  
 Jefe de Laboratorio de Microbiología



J. Zúñiga  
 Jefe de Laboratorio de Microbiología

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1434 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este report.

Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.



AREA ANALITICA



J. Zúñiga  
 AREA ANALITICA

**AREA ANALITICA CIRAU/UNAN**

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRAU/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.

Managua, a los veintiséis días del mes de septiembre del año dos mil dieciséis.



AREA TECNICA ASESORAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD







AREA TECNICA ASESORAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

2016-MB-1434



**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**

 <p align="center"><b>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua</b>  <b>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</b>          Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6787, 2278 6982          Telefax: (505) 2287 8189, apartado postal 4598, correo: ventas.servicios@crn.unan.edu.ni</p>			
<p><b>CLIENTE</b></p> <p>UNAN - MANAGUA          De la Rectoría Rigoberto López Pérez 600 m al Sur          Managua, Managua          Sra. Vanessa Lacayo          Tel. 8188 0771</p>		<p align="center"><b>Resultados Analíticos de Microbiología</b></p> <p><b>MATRIZ DE LA MUESTRA</b></p> <p>AGUA RESIDUAL</p> <p>AGUA TRATADA</p> <p>ORIENTACIÓN: MICROSCOPICAL POR EL CLIENTE</p> <p>UBICACIÓN COMPLETA</p> <p>MUNICIPIO: DEPARTAMENTO</p> <p>COORDENADAS</p> <p>ELEVACIÓN</p> <p>FECHA DE MUESTREO</p> <p>HORA DE MUESTREO</p> <p>COORDO DEL LABORATORIO</p> <p>FECHA DE RECEPCIÓN</p> <p>FECHA DE INICIO DEL ANÁLISIS</p> <p>FECHA DEL REPORTE</p>	
<p><b>PARÁMETROS</b></p> <p>COLIFORMES TERMOQUERANTES</p> <p>Escherichia coli</p>		<p><b>Unidad de Detección</b></p> <p>&lt; 1.8</p> <p>&lt; 1.8</p>	
<p><b>Método</b></p> <p>9221 E</p> <p>9221 F</p>		<p><b>Resultados</b></p> <p>7.90E+03</p> <p>2.80E+03</p>	
<p><b>Unidades</b></p> <p>NMP/100 ml</p> <p>NMP/100 ml</p>		<p><b>Decreto 33-95, Capítulo VI</b></p> <p>Art. 27 y 28: Los límites máximos permitidos de coliformes fecales, medidos como número más probable no deben exceder de 10,000 por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 50,000 por cada 100 ml</p>	
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Coliformes heterófilos (determinación en vivo)</p>		<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Coliformes heterófilos (determinación en vivo)</p>	
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Coliformes heterófilos (determinación en vivo)</p>		<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Coliformes heterófilos (determinación en vivo)</p>	
<p><b>Referencias:</b></p> <p>1. American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21<sup>st</sup> Edition. Washington: APHA.</p> <p>2. Disposición para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias. Decreto No. 33-95</p>		<p><b>Referencias:</b></p> <p>1. American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21<sup>st</sup> Edition. Washington: APHA.</p> <p>2. Disposición para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias. Decreto No. 33-95</p>	
<p align="center">               Lc. Rigoberto López Pérez              Jefe de Laboratorio de Microbiología         </p>		<p align="center">               Lc. Virginia Zúñiga              Jefe de Laboratorio de Microbiología         </p>	
<p align="center">Pagina 1 de 1</p>		<p align="center">Pagina 1 de 1</p>	

2016-AMB-1435

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1435 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.

  
 AREA ANALITICA

**AREA ANALITICA**


**CIRA/UNAN**

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.


  
 AREA TECNICA DE ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD CIRA/UNAN



**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6167, 2278 6992  
 Telefax (505) 2367 8 169, apartado Postal 4385, correo ventas.servicios@cira.unan.edu.ni



2016-MB-1468

**CLIENTE**

UNAN-MAAAGUA  
 De la Rotonda Rigoberto López Pérez 600 m al Sur  
 Managua, Managua  
 Sr. Vanessa Lacayo  
 Teléfono No. 8188 0771

**Resultados Análisis de Microbiología**

<p><b>MATRIZ DE LA MUESTRA</b></p> <p><b>PUNTE</b></p> <p>IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE</p> <p>LUAR Y/O COMUNIDAD</p> <p>MUNICIPIO, DEPARTAMENTO</p> <p>COORDENADAS</p> <p>ELEVACION</p> <p>FECHA DE MUESTREO</p> <p>HORA DE MUESTREO</p>	<p><b>AGUA RESIDUAL</b></p> <p>Agua mata</p> <p>Alcorno (Bojone Estrella)</p> <p>Ptjrc-Masatepe, Chala</p> <p>Masatepe, Managua</p> <p>17° 55' N, 86° 08' O</p> <p>420 msnm</p> <p>2016-04-27</p> <p>08 h. 30</p>
---	---

<b>COORDENADAS DEL LABORATORIO</b>	<b>FECHA DE RECEPCIÓN</b>	<b>FECHA DE FINO DEL ANÁLISIS</b>
MB-1468	2016-04-27	2016-04-27
	2016-04-27	2016-10-03

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades
COLIFORMES TERMOALERANTES	9221 E <sup>1</sup>	< 1.8	1.10E+04	NMP/100 ml
Escherichia coli	9221 F <sup>1</sup>	< 1.8	7.00E+03	NMP/100 ml

**Chile:**

Método 9201 m. Número más Probable en caso negativo de muestra analizada


**Observaciones:**

Coliformes termotolerantes, Coliformes fecales (denominación anterior) pH y temperatura de la muestra se registran al ingresar al laboratorio


**Referencias:**

\* American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21<sup>a</sup> Edición. Washington: APHA

LC. Lucía Viqueza Trivera




LC. Argentina Zúñiga Hogueira  
 Jefe de Laboratorio de Microbiología




**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1468 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.




ÁREA ANALÍTICA  
CIRA/UNAN



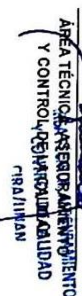
ÁREA ANALÍTICA

Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.







Managua, a los tres días del mes de octubre del año dos mil dieciséis



ÁREA TÉCNICA, ASESORIA, MANTENIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD CIRA/UNAN





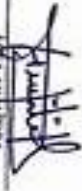



**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**

 <p><b>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua</b>  <b>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</b>          Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos (505) 2278 6981, 2278 6767, 2278 6982          Telefax (505) 2267 8169, aseo@ciara.una.edu.ni correo: ventas.servicios@ciara.una.edu.ni</p>		<p><b>Resultados Analíticos de Microbiología</b></p>		
<p><b>CLIENTE</b></p> <p>UNA-MANAGUA          Dirección: Rigoberto López Pérez 600 m al Sur          Managua, Nicaragua          San. Virreinal López          Teléfono No. 8188 0771</p>		<p><b>MANEJO DE LA MUESTRA</b></p> <p>IDENTIFICACIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE          LUOAT VO COMUNITARIO          MUNICIPIO DE MASATEPE          COORDINADAS          ELEVACION          FECHA DE MUESTREO          HORA DE MUESTREO          CÓDIGO DEL LABORATORIO          FECHA DE RECEPCIÓN          FECHA DE FIN DE LOS ANÁLISIS          FECHA DEL REPORTE</p>		
<p><b>ACQUA RESIDUAL</b></p> <p>Agua entera          Examen Bacteriológico (Sólido)          PR180 Statistika, China          Managua, Managua          11° 53' 14" N, 86° 09' 00" W          420 mm          2016-09-27          05 h 33</p>		<p>MB-1469          2016-09-27          2016-09-27          2016-10-03</p>		
<p><b>Parámetros</b></p> <p>COULIFORMES TERMOQUERESANTES          Eschmochia col</p>	<p><b>Método</b></p> <p>9221 E<sup>1</sup>          9221 F<sup>1</sup></p>	<p><b>Límite de Detección</b></p> <p>&lt; 1.8          &lt; 1.8</p>	<p><b>Resultados</b></p> <p>3.30E+04          2.30E+02</p>	<p><b>Unidades</b></p> <p>NMP/100 ml          NMP/100 ml</p>
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>NMP/100 ml. Número más probable en un número de muestras analizadas</p> <p><b>Observación:</b></p> <p>Coliformes termotolerantes: Coliformos fecales (determinación anterior)          pH y temperatura de la muestra se registran al registrar al laboratorio</p>		<p><b>Datos de Laboratorio:</b></p> <p>pH 7.97 Unidades de pH          Temperatura 8.6 °C</p>		<p>          Luis Ángel Herrera          Lic. Argentina Zelaya Riquelme          Jefe de Laboratorio de Microbiología</p>
<p><b>Referencias:</b></p> <p><sup>1</sup> American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21<sup>a</sup> Edición. Washington: APHA.</p>		<p><b>DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS</b></p> <p>En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1469 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".</p> <p>Conservaremos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.</p>		
<p><b>AREA ANALITICA</b></p> <p>CIRA/UNAM<sup>1</sup></p> <p>Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anotados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá dársele al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAM-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expreso y formal consentimiento del Cliente.</p> <p>Managua, a los tres días del mes de octubre del año 2016.</p>		<p>  <b>AREA ANALITICA</b></p> <p>          Luis Ángel Herrera          Lic. Argentina Zelaya Riquelme          Jefe de Laboratorio de Microbiología</p>		
<p><b>AREA TECNICA ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD CIRA/UNAM</b></p> <p></p>		<p></p>		



**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**

 <p style="text-align: center;"><b>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua</b>  <b>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</b>          Hoguera Nueva España 300 m al norte, Toluca, (R.D.N. 2278 6792, 2278 6992)          Teléfono: (505) 2387 8186; Aguacatala Postal 4130; correo: centro@inrcra.una.edu.ni</p>		<p style="text-align: right;">2016-MB-1699</p>	
<p><b>CLIENTE</b></p> <p><b>UNILEVER, MATEAGUA</b>          C/ La Hacienda, Edificio Losas Pisos 500 m al Sur          Matagalpa, Matagalpa          Sra. Yvonne Cordero</p>		<p style="text-align: center;"><b>Analista Analítico de Microbiología</b></p> <p style="text-align: center;">Aguas Residuales</p> <p style="text-align: center;">Agua Trucada</p> <p style="text-align: center;">Adm. de Agua y Saneamiento</p> <p style="text-align: center;">Matagalpa, Matagalpa</p> <p style="text-align: center;">R.D.N. 2278 6792</p> <p style="text-align: center;">401 0000</p> <p style="text-align: center;">2278 6792</p> <p style="text-align: center;">501 0000</p>	
<p>Metodo: <b>Metodo</b></p> <p>Coliformes totales/coliformes fecales: <b>1271 E<sup>+</sup></b></p> <p>Escherichia coli: <b>1271 E<sup>+</sup></b></p>		<p>Limites de Detección: <b>1 E<sup>-</sup></b></p> <p>Resultados: <b>230E-02</b></p> <p style="text-align: right;">Unidades: <b>NMBU/100 ml</b></p>	
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Señal de la muestra no fue visible en la muestra original.</p> <p>Temperatura (±1 °C): <b>21 °C</b></p> <p>pH: <b>7.30</b> (medida in situ)</p>		 	
<p><b>DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALITICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS</b></p> <p>En función de las predicciones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04-001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1699 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el aseguramiento de la Calidad de la información presentada en este reporte. Los Procedimientos, en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".</p> <p>Consideramos los resultados cualitativos y cuantitativos reportados al presentarse de la muestra que se encuentran en el rango correspondiente al análisis solicitado en la Solicitud general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros les entregamos la evidencia de la evaluación por un tiempo de 5 años.</p>			
<p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;"><b>AREA ANALITICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>CIRA/UNAN</b></p> <p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;"><b>AREA ANALITICA</b></p> <p>Los resultados emitidos en esta informe se informan únicamente al objeto encargado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí emitidos, bajo su propio nombre y responsabilidad. Para dar al Cliente bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRA/UNAN-Matagalpa se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expresa y formal consentimiento del Cliente.</p> <p style="text-align: right;">Matagalpa, a los seis días del mes de <b>Junio</b> del año <b>2016</b>.</p> <p style="text-align: right;">  <b>OFICINA DE ASESORIA Y CONTROL DE CALIDAD</b>  <b>UNAN</b></p>			

**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**



**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua**  
**Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua**  
 Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfonos: (505) 2278 6981, 2278 6787, 2278 6982  
 Telefax (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo: ventas.servicio@cira.unan.edu.ni



**CLIENTE**

**UNAN - MANAGUA**  
 De la Rotonda Rigoberto López Pérez 600 m al Sur  
 Managua, Managua  
 Sra. Vanessa Lacayo

**Resultados Analíticos de Microbiología**

**MATRIZ DE LA MUESTRA**  
 FUENTE: Agua residual  
 RESTRICCIÓN PROPORCIONADA POR EL CLIENTE: Examen tipo coccos (S&A)  
 LOCAL Y/O COMUNITARIO: PIRAC, Masatepe, Chincha  
 MUNICIPIO, DEPARTAMENTO Y COORDENADAS: Masatepe, Managua  
 11° 55' N, 86° 09' W  
 ELEVACION: 420 msnm  
 FECHA DE MUESTREO: 2016-10-03  
 HORA DE MUESTREO: 09 h 35

**CÓDIGO DE LABORATORIO**: MB-1500  
**FECHA DE RECEPCIÓN**: 2016-10-03  
**FECHA DE FINO DEL ANÁLISIS**: 2016-10-03  
**FECHA DEL REPORTE**: 2016-10-06

**Parámetros**

Parámetros	Método	Límite de Detección	Resultados	Unidades	Decreto 33-95 <sup>2</sup> , Capítulo VI
<b>COLIFORMES TERMOFILIZANTES</b>	9221 E <sup>1</sup>	< 1,8	5,40E+04	NMP/100 ml	Art. 27 y 24. - Los límites máximos permisibles de coliformes fecales medidos como número más probable no deben exceder de 10,000 por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 50,000 por cada 100 ml.
<b>Escherichia coli</b>	9221 F <sup>1</sup>	< 1,8	4,50E+00	NMP/100 ml	

**Comentarios:**

NMP/100 ml. Número más Probable en caso máximo de muestra analizada

**Datos de Laboratorio:**  
 Temperatura: 4,8 °C  
 pH: 7,55 Unidades de pH

**Observaciones:**  
 Coliformes Intermidarios: Coliformes fecales (información anterior)

<sup>1</sup> American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th Edition. Washington: APHA.  
<sup>2</sup> Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agropecuarias, Decreto No. 33-95

Dr. Francisco José Espinoza Rosales  
 Jefe del Laboratorio de Microbiología

Lic. Angélica Zelaya Hogue  
 Jefe del Laboratorio de Microbiología

**DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS**

En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1500 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".

Conservaremos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.



AREA ANALITICA







**AREA TÉCNICA ASESORAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD**  
 CIRA/UNAN







Managua, a los seis días del mes de octubre del año mil dieciséis.



**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**

 <p><b>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua</b>  <b>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</b>          Hospital Monte España, 300 m al norte, 1 edificio, (505) 2272 6981, 2272 6767, 2272 6892          Teletax (505) 2267 8188, apartado postal 4598, correo ventas.servicio@crara.unan.edu.ni</p>		<p><b>CLIENTE</b></p> <p>UNAN - MANAGUA          De la Rotonda Rigoberto Lopez Perez 600 m al Sur          Managua, Managua          Sra. Vanessa Laceyro          Tel. 8188 0771</p>			
<p><b>MATRIEX DE LA MUESTRA</b></p> <p>ORIGEN: <b>AGUA RESIDUAL</b>          IDENTIFICACION PROPORCIONADA POR EL CLIENTE: <b>Agua Traslada</b>          UBICACION: <b>Managua (Externa)</b>          MUNICIPIO: <b>Managua, China</b>          COORDENADAS: <b>Managua, Managua</b>          ELEVACION: <b>11° 52' N, 84° 09' W</b>          FECHA DE MUESTREO: <b>4/01/2016</b>          HORA DE MUESTREO: <b>05 h:30</b></p>		<p><b>Resultados Analíticos de Microbiología</b></p> <p>CÓDIGO DEL LABORATORIO: <b>MB-1505</b>          FECHA DE RECEPCION: <b>2016-10-10</b>          FECHA DE EMISIÓN DEL ANALISIS: <b>2016-10-10</b>          FECHA DEL REPORTE: <b>2016-10-17</b></p>			
<p><b>Parámetros</b></p> <p>COLIFORMES TERNOTOLESANTES          Escherichia coli</p>	<p><b>Método</b></p> <p>9221 E          9221 F</p>	<p><b>Umbral de Detección</b></p> <p>&lt; 1,8          &lt; 1,8</p>	<p><b>Resultados</b></p> <p>6,30E+06          6,30E+06</p>	<p><b>Unidades</b></p> <p>NMP/100 ml          NMP/100 ml</p>	
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Calentamiento: <b>Coliformes fecales (construcción anterior)</b></p>		<p><b>Fecha de Laboratorio:</b>          Temperatura: <b>8,5 °C</b></p>		<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Managua, a los diecisiete días del mes de octubre del año 2016.</p>	
<p><b>Referencias:</b></p> <p>1. American Public Health Association (APHA). (2005). <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater</i>. 21<sup>st</sup> Edition. Washington: APHA.</p>		<p><b>Managua, a los diecisiete días del mes de octubre del año 2016.</b></p> <p>          L. Argentea Zúñiga          Jefe de Laboratorio de Microbiología</p>		<p><b>Managua, a los diecisiete días del mes de octubre del año 2016.</b></p> <p>          L. Argentea Zúñiga          Jefe de Laboratorio de Microbiología</p>	
<p><b>DECLARACIÓN DEL ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD ANALÍTICA EN ESTE REPORTE DE RESULTADOS</b></p>		<p>En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04 001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1505 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".</p>		<p>Conservamos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.</p>	
<p><b>AREA ANALITICA</b>          CIRAU/NUNAN</p> <p>  <b>AREA ANALITICA</b></p>		<p>  <b>AREA ANALITICA</b></p>		<p>  <b>AREA TECNICA, ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD</b></p>	

**Determinación de la eficiencia de un filtro con membrana de filtración rocosa como post-mecanismo de remoción bacteriana, instalado en la planta de tratamiento de aguas residuales del municipio de Masatepe, en el período de junio-diciembre del año 2016.**

 <p align="center"><b>Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua</b>  <b>Centro para la Investigación en Recursos Acuáticos de Nicaragua</b>          Hospital Monte España 300 m al norte, Teléfono: (505) 2278 6981; 2278 6767; 2278 6982          Telefax: (505) 2267 8169, apartado postal 4598, correo ventas.servicos@cira.unan.edu.ni</p>			
<p><b>CLIENTE</b></p> <p>UNAN - MANAGUA          De la Rectoría Rigoberto López Pérez 800 m al Sur          San Juan, Managua          San José, La Cumbre          Tel. 8188 0771</p>		<p><b>Resultados Analíticas de Microbiología</b></p> <p><b>MATERIA DE LA MUESTRA</b>          FUENTE: Agua residual          IDENTIFICACION MICROBIOLÓGICA POR EL CLIENTE: Agua Traslada          Lugar de consumo:唐人街 (唐人街) (Chino: Managua, Managua)          MUNICIPIO: DEPARTAMENTO: Managua, Managua          COORDENADAS: 11° 55' N, 86° 09' W          ELEVACION: 420 metros          FECHA DE MUESTREO: 2016-10-10          HORA DE MUESTREO: 05:35</p>	
<p><b>PARÁMETROS</b></p> <p>COLOFORMES TERMO-TOLERANTES          Escherichia coli</p>		<p><b>Unidad de Medida</b></p> <p>Detección          &lt; 1.8          &lt; 1.8</p>	
<p><b>Resultados</b></p> <p>3,30E+02          1,70E+01</p>		<p><b>Unidades</b></p> <p>NMP/100 ml          NMP/100 ml</p>	
<p><b>Decreto 33-95, Capítulo VI</b></p> <p>Art. 22 y 24. Los límites máximos permisibles de coliformes fecales medidos como número más probable no debiera exceder de 10 000 por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas y en ningún caso superior a 50 000 por cada 100 ml</p>		<p>MS 1506          2016-10-10          2016-10-10          2016-10-17</p>	
<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Coliformes termotolerantes: Coliforma fecales (promoción anaeróbica)</p>		<p><b>Observaciones:</b></p> <p>Coliformos termotolerantes: Coliforma fecales (promoción anaeróbica)</p>	
<p><b>Referencias:</b></p> <p>1 American Public Health Association (APHA). (2005). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21<sup>st</sup> Edition. Washington: APHA.</p> <p>2 Disposiciones para el Control de la Contaminación Proveniente de las Descargas de Aguas Residuales Domésticas, Industriales y Agrícolas, Decreto No. 33-95</p>		<p><b>Declaración de Aseguramiento y Control de la Calidad Analítica en este Reporte de Resultados</b></p> <p>En función de las previsiones contenidas en la Norma Técnica Nicaragüense (NTN 04-001-05), el Laboratorio de Microbiología hace constar que la muestra codificada como MB-1506 fue captada, preservada y transportada a este laboratorio por el Cliente. Ha sido procesada de acuerdo a los Procedimientos Operativos Normalizados establecidos por el Laboratorio para el Aseguramiento de la Calidad de la Información presentada en este reporte. Los Procedimientos en mención son los descritos en el "Manual de Procedimientos Operativos Normalizados del Laboratorio de Microbiología".</p> <p>Consentimos los resultados cualitativos y cuantitativos relevantes al procesamiento de la muestra que se encuentran en el tomo correspondiente al análisis solicitado en la bitácora general del laboratorio. Asimismo, copia de estos registros los mantendrá la institución por un tiempo de 5 años.</p> <p align="center">   <b>AREA ANALITICA</b>  <b>CIRAUUNAN</b> </p> <p>Los resultados emitidos en este informe se refieren únicamente al objeto ensayado. El Cliente está en libertad de reproducir total o parcialmente los resultados aquí anclados, bajo su propio nombre y responsabilidad. Podrá citar al Centro bajo expresa y formal autorización de la Dirección. Por su parte, el CIRAUUNAN-Managua se compromete a mantener confidencialidad del contenido de este informe de resultados, salvo expresa y formal consentimiento del Cliente.</p> <p align="center">   <b>AREA TECNICA DE ASESURAMIENTO Y CONTROL DE LA CALIDAD</b>  <b>CIRAUUNAN</b> </p> <p>Managua, a los diecisiete días del mes de octubre del año dos mil dieciséis.</p>	