

Universidad de San Carlos de Guatemala.  
Escuela Nacional Central de Agricultura.  
Facultad de Agronomía.  
Ejercicio Profesional Supervisado EPS.



**INFORME DE RESULTADOS MENSUALES PARA LA ESCUELA  
NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA –ENCA-, BAJO  
SUBVENCIÓN Y PROGRAMACIÓN DE DESEMBOLSOS.**

**Periodo:** agosto 2019.

**PRODUCTO:** Caracterización de aguas residuales en cuatro puntos de monitoreo: edificios de cárnicos, comedor, residencias y red de drenaje interno de la Escuela Nacional Central de Agricultura –ENCA-.

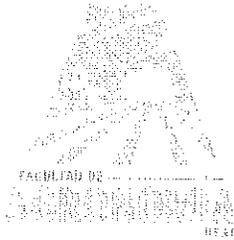
José Carlos Meda Sáenz  
EPS Gestión Ambiental  
Local-USAC-.

Ingeniero Danilo Morales  
Jefe sección de Planificación  
Institucional –ENCA-.





# Escuela Nacional Central de Agricultura



## INFORME DE LABORES CORRESPONDIENTE AL MES DE AGOSTO DE 2019.



Presentado por:

José Carlos Meda Sáenz

Ejercicio Profesional Supervisado –EPS- 2019.

**Gestión Ambiental Local**

**Área de Planificación Institucional**

Guatemala, agosto de 2019.



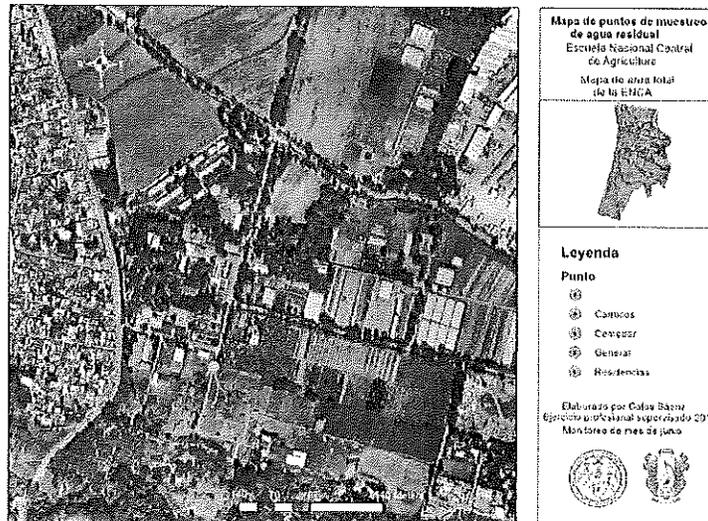
# 1 Objetivos

- Caracterización de las aguas residuales según punto de muestreo.
- Propuesta de planta de tratamiento.
- Muestreo de agua potable en pozos de Hortalizas, Consulados y Producción animal.
- Monitoreo de caudal de agua residual

# 2 Resultados

El agua es un recurso necesario para cualquier tipo de actividad productiva, la cual necesita mantener ciertas características para poder ser utilizada. La calidad es importante en el recurso, y esta se define como el conjunto de caracteres físicos, químicos y biológicos que buscan satisfacer un estándar de calidad con el fin de que el agua que sea suministrada sea segura para cualquier fin destinado. En el concepto de agua residual, se busca que el agua reúna ciertas características que no afecten el cuerpo receptor a donde se vierten. Para esto es necesario identificar los factores físicos como color, olor, sólidos y pH, factores químicos como oxígeno disuelto, DBO, DQO, metales, nutrientes, sulfatos y aspectos biológicos como la cantidad de coliformes.

Para determinar la calidad del agua residual producida dentro de la ENCA, se tomaron muestras en cuatro puntos diferentes, con la finalidad de entender las características que aporta cada punto a la red de drenaje general. Los puntos muestreados se reflejan en el siguiente mapa de ubicación.



El presente informe detalla los parámetros técnicos establecidos por el acuerdo gubernativo 236 2006, el cual dicta los límites máximos permitidos en cuanto a las características que debe poseer el agua residual.

# 1 Resultados edificio de carnicos

El edificio de cárnicos es utilizado para procesar diferentes alimentos que posteriormente son puestos a la venta. Entre los principales productos podemos mencionar embutidos, carne de cerdo, carne de pollo, adobado, chorizo, entre otros. El procedimiento para preparar estos productos se combina con el agua para mantener el grado óptimo de inocuidad. De esta cuenta, fue necesario realizar un análisis para determinar la calidad de las aguas residuales producidas dentro del edificio. Cabe resaltar que el edificio de cárnicos cuenta con su propia fosa séptica, por lo que las características del agua residual no afectan la red general de drenaje interno.

Se tomó una muestra simple (una sola muestra), en el horario aproximado de mayor movimiento en la producción. Los resultados de los análisis se describen a continuación.

## 1.1 Parámetros fisico químicos

### 1.1.1 Grasas y aceites

Según el análisis realizado el edificio de cárnicos cuenta con una trampa de grasas previo a expulsar el agua residual dentro de la fosa séptica, de esa cuenta los resultados de los análisis en la muestra fueron de 10mg/L, siendo éste un dato permitido según el acuerdo gubernativo 236 2006.

### 1.1.2 Materia flotante

Se encontró materia flotante en la toma de muestra

### 1.1.3 Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)

Es la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales. De acuerdo al análisis realizado se encontró una DBO de 468mg/L, que se encuentra por encima del límite máximo permitido que es de 100mg/L.

### 1.1.4 Demanda Química de oxígeno (DQO)

Este factor suele ser siempre mayor a la DBO en un agua residual debido a que es mayor el número de compuestos que poseen una oxidación por la reacción a un material químico. El resultado del análisis refleja una cantidad de 843mg/L, superior al límite máximo permisible.

### 1.1.5 Relación DQO/DBO

La relación de la DQO/DBO se encuentra en 1.8

### 1.1.6 Nitrógeno total

Los resultados del análisis demuestran que la cantidad de nitrógeno total es de 67.2 mg/L, por arriba del límite máximo permisible que es de 20 mg/L.

### 1.1.7 Fosforo total

Los resultados del análisis demuestran que la cantidad de fósforo total es de 15.2 mg/L, por arriba del límite máximo permisible que es de 10 mg/L.

### 1.1.8 pH

El potencial de hidrógeno en la muestra es de 7.16, lo cual está dentro de los límites permitidos.

### 1.1.9 Color

El color es una característica del agua residual comúnmente alterada por la industria textil, normalmente es afectada por la presencia de materia orgánica natural, el pH, la temperatura, entre otros aspectos que pueden ingerir en la coloración del agua residual. Para evaluar la coloración del agua se utiliza una escala de platino-cobalto, en el caso de la muestra realizada se determinó un resultado de 249 u Pt-Co, el límite máximo permisible es de 500 u Pt-Co.

## 1.2 Parámetros microbiológicos

### 1.2.1 coliformes

El resultado de este parámetro es de  $1.4 \times 10^6$ , dato que se encuentra por encima del límite de  $1.0 \times 10^4$  unidades en 100 mL

## 1.3 Metales pesados

### 1.3.1 Arsénico

El arsénico es uno de los elementos más peligrosos que existen en el agua según la OMS, según el análisis en la muestra de agua existen 0.0025mg/L y lo máximo permisible es de 0.1mg/L, por lo que no existe ningún riesgo de contaminación.

### 1.3.2 Cadmio

El cadmio es un metal pesado altamente tóxico, se determinó que existe en la muestra 0.008mg/L y lo máximo permisible es de 0.1mg/L, por lo que existe un bajo impacto de contaminación.

### 1.3.3 Cobre

El cobre es un metal pesado que tiene la capacidad de inhibir el tratamiento biológico de las aguas residuales. El resultado del análisis determino que existen 0.042mg/L por debajo de lo permisible, siendo 3mg/L.

### 1.3.4 Cianuro

El cianuro es una sustancia que puede tóxica que puede llegar a ser letal en cantidades concentradas, según el análisis realizado existen 0.04mg/L por debajo del límite máximo permisible que es de 1mg/L

### 1.3.5 Cromo (VI)

Es un metal pesado presente de forma natural en rocas, plantas y en animales. La cantidad de cromo hexavalente presente en la muestra es de 0.0025mg/L, menor al límite permisible de 0.1mg/L.

### 1.3.6 Mercurio

El mercurio es un elemento presente en el agua residual altamente tóxico incluido en la lista de sustancias peligrosas prioritarias según la Unión Europea. La cantidad de mercurio presente en la muestra es de 0.0006mg/L, por debajo del límite máximo permisible de 0.01mg/L.

### 1.3.7 Níquel

Es un metal que en altas concentraciones inhibe el tratamiento biológico al agua residual. En la muestra de agua residual resultó que existen 0.155mg/L, estando por debajo del límite máximo permisible de 2mg/L

### 1.3.8 Plomo

El plomo puede encontrarse en el agua de manera antropogénica debido a las actividades humanas como, la quema de combustibles fósiles y la minería. Este es un elemento tóxico y acumulativo con baja presencia en la muestra de agua, en 0.09mg/L, siendo el límite máximo permisible de 0.4mg/L.

### 1.3.9 Zinc

El zinc es un elemento presente en el agua residual que en grandes cantidades puede incrementar la acidez de las aguas. La cantidad de zinc en la muestra es de 0.477mg/L y el límite máximo permisible es de 10mg/L.

### 1.3.10 OBSERVACIONES

- Debido a que el drenaje de este edificio no está conectado al drenaje general, es de crucial importancia prestarle atención a los parámetros que se encuentran por encima del límite máximo permitido, encontrando una alternativa para darle un tratamiento, previo a ser vertidos en la fosa séptica. Para lo anterior se recomienda instalar un sistema de aireación que consta de una bomba instalada en la caja de monitoreo, y luego el agua se incorpore a la red de drenaje en el edificio, así mismo mantener un control en la calidad de los sedimentos de la fosa séptica instalada en el edificio de cárnicos, haciendo análisis de agua al menos dos veces al año.

## 2 Resultados en edificio de comedor

El edificio de comedor recibe aproximadamente más de 400 usuarios por día, produce alimento en los tres tiempos de comida, principalmente para los alumnos de la escuela, aunque trabajadores también aprovechan del servicio por una pequeña contribución. Los procesos para la producción de los alimentos utilizan agua que es vertida directamente a la red de drenaje interno de la escuela. Por tanto, es necesario determinar las características del agua producida dentro del edificio.

Se realizó un muestreo compuesto, el cual consistió en fraccionar en 7 partes la muestra, es decir se tomó una pequeña cuota cada hora, iniciando el muestreo desde las 8 de la mañana y finalizándolo a las 2 de la tarde.

Los resultados de los análisis se demuestran a continuación, utilizando los parámetros establecidos en el acuerdo gubernativo 236 2006.

### 2.1 Parámetros físico químicos

#### 2.1.1 Grasas y aceites

El análisis realizado en el edificio de comedor refleja un resultado de 37 mg/L, por encima del límite máximo permitido de 10 mg/L. El edificio de comedor cuenta con trampas de grasas, para disminuir la cantidad de influencia sobre el agua residual. Los resultados reflejan que estas trampas no se dan abasto, debido a las actividades productivas es necesario reducir aún más las cantidades.

#### 2.1.2 Materia flotante

No se encontró materia flotante en la muestra de agua residual.

### 2.1.3 Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)

Es la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales. De acuerdo al análisis realizado se encontró una DBO de 441mg/L, que se encuentra por encima del límite máximo permitido que es de 100mg/L.

### 2.1.4 Demanda Química de oxígeno (DQO)

Este factor suele ser siempre mayor a la DBO en un agua residual debido a que es mayor el número de compuestos que poseen una oxidación por la reacción a un material químico. El resultado del análisis refleja una cantidad de 868mg/L, superior al límite máximo permisible.

### 2.1.5 Relación DQO/DBO

La relación de la DQO/DBO se encuentra en 2.0

### 2.1.6 Sólidos suspendidos

Son partículas con densidad menor a la del agua, que permanecen suspendidas debido al movimiento del agua residual. La cantidad de sólidos suspendidos en la muestra es de 675mg/L, el límite máximo permisible es de 100mg/L.

### 2.1.7 Nitrógeno total

Los resultados del análisis demuestran que la cantidad de nitrógeno total es de 18 mg/L, siendo este menor al límite máximo permisible que es de 20 mg/L.

### 2.1.8 Fosforo total

Los resultados del análisis demuestran que la cantidad de fósforo total es de 5.6 mg/L, por arriba del límite máximo permisible que es de 10 mg/L.

### 2.1.9 pH

El potencial de hidrógeno en la muestra es de 5.72, lo cual indica un agua residual con un grado mínimo de acidez, por debajo del límite permitido que es 6.

### 2.1.10 Color

La coloración en la muestra extraída del edificio de comedor presentó poca coloración, reflejada en el resultado del análisis en 37 u Pt-Co, siendo el límite máximo permitido de 500 u Pt-Co.

## 2.2 Parámetros microbiológicos

### 2.2.3 coliformes

El resultado de este parámetro es de  $3.5 \times 10^6$ , dato que se encuentra por encima del límite de  $1.0 \times 10^4$  unidades en 100 mL.

## 2.3 Metales pesados

### 2.3.3 Arsénico

El arsénico es uno de los elementos más peligrosos que existen en el agua según la OMS, los análisis en la muestra de agua determinan que existen 0.003mg/L y lo máximo permisible es de 0.1mg/L, por lo que no existe ningún riesgo de contaminación.

### 2.3.4 Cadmio

El cadmio es un metal pesado altamente tóxico, se determinó que existe en la muestra una cantidad menor a 0.008mg/L y lo máximo permisible es de 0.1mg/L.

### 2.3.5 Cobre

El cobre es un metal pesado que tiene la capacidad de inhibir el tratamiento biológico de las aguas residuales. El resultado del análisis determino que existen 0.044mg/L por debajo de lo permisible, siendo 3mg/L.

### 2.3.6 Cianuro

El cianuro es una sustancia que puede tóxica que puede llegar a ser letal en cantidades concentradas, según el análisis realizado existen 0.04mg/L por debajo del límite máximo permisible que es de 1mg/L

### 2.3.7 Cromo (VI)

El cromo hexavalente es un metal pesado presente de forma natural en rocas, plantas y en animales. La cantidad presente en la muestra es menor a 0.0025mg/L, menor al límite permisible de 0.1mg/L.

### 2.3.8 Mercurio

El mercurio es un elemento presente en el agua residual altamente tóxico incluido en la lista de sustancias peligrosas prioritarias según la Unión Europea. La cantidad de mercurio presente en la muestra es menor a 0.0006mg/L, por debajo del límite máximo permisible de 0.01mg/L.

### 2.3.9 Níquel

Es un metal que en altas concentraciones inhibe el tratamiento biológico al agua residual. En la muestra de agua residual resultó que existe una cantidad menor a 0.155mg/L, estando por debajo del límite máximo permisible de 2mg/L

### 2.3.10 Plomo

El plomo puede encontrarse en el agua de manera antropogénica debido a las actividades humanas como, la quema de combustibles fósiles y la minería. Este es un elemento toxico y acumulativo con baja presencia en la muestra de agua menor a 0.09mg/L, siendo el límite máximo permisible de 0.4mg/L.

### 2.3.11 Zinc

El zinc es un elemento presente en el agua residual que en grandes cantidades puede incrementar la acidez de las aguas. La cantidad de zinc en la muestra es de 0.478mg/L y el límite máximo permisible es de 10mg/L.

### 2.3.12 OBSERVACIONES

- Actualmente existe una trampa de grasas instalada dentro del edificio de comedor, pero esta no se da abasto y no recibe el mantenimiento adecuado, por lo tanto se recomienda revisar la trampa al menos una vez cada quince días
- Es necesario instalar una trampa de grasas para los lavaplatos y en las pilas para reducir la cantidad de grasas que se envían a la red de drenaje general. Estas trampas, junto con las que se encuentran instaladas deben recibir mantenimientos cíclicos para evitar un colapso en la red de drenaje. La trampa consta de una caja metálica con varias rejillas adentro, esta trampa puede ir instalada al final de la red de drenaje del edificio de comedor.

### 3 Informe de resultados edificios de residencias

Dentro de la escuela existen cinco residencias que pueden albergar a 126 alumnos cada una, actualmente no se utilizan todas las residencias y la cantidad de alumnos es menor a la capacidad que cada edificio tiene instalada. Aproximadamente se encuentran activos 343 alumnos que se ven beneficiados con las instalaciones de las residencias.

Las instalaciones cuentan con los servicios indispensables de una vivienda como dormitorios y área de aseo personal. Cada edificio cuenta con un sistema de trampa de grasas.

La muestra fue de tipo compuesta, segmentado la muestra en siete fragmentos divididos en uno por hora. El horario del muestreo inició a las ocho de la mañana y finalizó a las 2 de la tarde

#### 3.1 Parámetros físico químicos

##### 3.1.1 Grasas y aceites

El resultado de grasas y aceites vertidos en la muestra de agua residual es de 18mg/L, el límite máximo permisible según el acuerdo es de 10mg/L. Todas las cajas de monitoreo en las residencias, cuentan con una trampa de grasa de concreto, para mitigar la producción principalmente en la práctica de aseo en los alumnos.

##### 3.1.2 Materia flotante

No se encontró materia flotante en la muestra de agua residual.

##### 3.1.3 Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)

Es la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales. De acuerdo al análisis realizado se encontró una DBO de 237mg/L, que se encuentra por encima del límite máximo permitido que es de 100mg/L.

##### 3.1.4 Demanda Química de oxígeno (DQO)

Este factor suele ser siempre mayor a la DBO en un agua residual debido a que es mayor el número de compuestos que poseen una oxidación por la reacción a un material químico. El resultado del análisis refleja una cantidad de 574mg/L, superior al límite máximo permisible.

##### 3.1.5 Relación DQO/DBO

La relación de la DQO/DBO se encuentra en 2.4

##### 3.1.6 Sólidos suspendidos

Son partículas con densidad menor a la del agua, que permanecen suspendidas debido al movimiento del agua residual. La cantidad de sólidos suspendidos en la muestra es de 250mg/L, el límite máximo permisible es de 100mg/L.

##### 3.1.7 Nitrógeno total

Los resultados del análisis demuestran que la cantidad de nitrógeno total es de 97 mg/L, siendo este menor al límite máximo permisible que es de 20 mg/L.

##### 3.1.8 Fósforo total

Los resultados del análisis demuestran que la cantidad de fósforo total es de 13.7 mg/L, por arriba del límite máximo permisible que es de 10 mg/L.

### 3.1.9 pH

El potencial de hidrógeno en la muestra es de 7, lo cual indica un agua residual pH óptimo.

### 3.1.10 Color

La coloración en la muestra extraída de los edificios de residencias presentó poca coloración, reflejada en el resultado del análisis en 123 u Pt-Co, siendo el límite máximo permitido de 500 u Pt-Co.

## 3.2 Parámetros microbiológicos

### 3.2.1 coliformes

El resultado de este parámetro es de  $2.4 \times 10^6$ , dato que se encuentra por encima del límite de  $1.0 \times 10^4$  unidades en 100 mL.

## 3.3 Metales pesados

### 3.3.1 Arsénico

El arsénico es uno de los elementos más peligrosos que existen en el agua según la OMS, los análisis en la muestra de agua determinan que existe menos de 0.001mg/L y lo máximo permisible es de 0.1mg/L, por lo que no existe ningún riesgo de contaminación.

### 3.3.2 Cadmio

El cadmio es un metal pesado altamente tóxico, se determinó que existe en la muestra una cantidad menor a 0.008mg/L y lo máximo permisible es de 0.1mg/L.

### 3.3.3 Cobre

El cobre es un metal pesado que tiene la capacidad de inhibir el tratamiento biológico de las aguas residuales. El resultado del análisis determinó que existen 0.048mg/L por debajo de lo permisible, siendo 3mg/L.

### 3.3.4 Cianuro

El cianuro es una sustancia que puede tóxica que puede llegar a ser letal en cantidades concentradas, según el análisis realizado existe menos de 0.04mg/L por debajo del límite máximo permisible que es de 1mg/L.

### 3.3.5 Cromo (VI)

El cromo hexavalente es un metal pesado presente de forma natural en rocas, plantas y en animales. La cantidad presente en la muestra es menor a 0.0025mg/L, menor al límite permisible de 0.1mg/L.

### 3.3.6 Mercurio

El mercurio es un elemento presente en el agua residual altamente tóxico incluido en la lista de sustancias peligrosas prioritarias según la Unión Europea. La cantidad de mercurio presente en la muestra es menor a 0.0011mg/L, por debajo del límite máximo permisible de 0.01mg/L.

### 3.3.7 Níquel

Es un metal que en altas concentraciones inhibe el tratamiento biológico al agua residual. En la muestra de agua residual resultó que existe una cantidad menor a 0.155mg/L, estando por debajo del límite máximo permisible de 2mg/L.

### 3.3.8 Plomo

El plomo puede encontrarse en el agua de manera antropogénica debido a las actividades humanas como, la quema de combustibles fósiles y la minería. Este es un elemento tóxico y acumulativo con baja presencia en la muestra de agua menor a 0.09mg/L, siendo el límite máximo permisible de 0.4mg/L.

### 3.3.9 Zinc

El zinc es un elemento presente en el agua residual que en grandes cantidades puede incrementar la acidez de las aguas. La cantidad de zinc en la muestra es de 0.575mg/L y el límite máximo permisible es de 10mg/L.

### 3.3.9 Observaciones

Debido al historial de manejo de aguas residuales en los edificios de residencias no se recomienda ningún artefacto para darle un tratamiento previo a las aguas residuales. Las trampas de grasas existentes mitigan el impacto de grasas resultado de los productos de limpieza personal, en la red de drenaje. El impacto es mínimo, por lo que la planta puede absorber esta carga.

## 4 Informe de resultados análisis de drenaje general

La Escuela tiene diferentes tipos de actividades productivas, la mayoría de estas actividades vierten sus flujos de agua en la red de drenaje interno. Es de vital importancia para el proyecto conocer el tipo de agua residual que se recibe en este punto, porque tendrá las mismas características que el agua que reciba la planta de tratamiento.

El análisis realizado en el punto de monitoreo de la red de drenaje general de aguas residuales producidas dentro de la ENCA, fue de forma compuesta, es decir, se tomaron varios segmentos de la muestra (uno por hora), empezando el muestreo a las 8 am y finalizándolo a las 2 pm. El análisis en el muestreo determinó los siguientes resultados:

### 4.1 Parámetros físico químicos

#### 4.1.1 Grasas y aceites

El resultado de grasas y aceites vertidos en la muestra de agua residual es de 29mg/L, el límite máximo permisible según el acuerdo es de 10mg/L.

#### 4.1.2 Materia flotante

No se encontró materia flotante en la muestra de agua residual.

#### 4.1.3 Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO)

Es la medida indirecta del contenido de materia orgánica en aguas residuales. De acuerdo al análisis realizado se encontró una DBO de 249mg/L, que se encuentra por encima del límite máximo permitido que es de 100mg/L.

#### 4.1.4 Demanda Química de oxígeno (DQO)

Este factor suele ser siempre mayor a la DBO en un agua residual debido a que es mayor el número de compuestos que poseen una oxidación por la reacción a un material químico. El resultado del análisis refleja una cantidad de 519mg/L, superior al límite máximo permisible.

#### 4.1.5 Relación DQO/DBO

La relación de la DQO/DBO se encuentra en 2.5

#### 4.1.6 Sólidos suspendidos

Son partículas con densidad menor a la del agua, que permanecen suspendidas debido al movimiento del agua residual. La cantidad de sólidos suspendidos en la muestra es de 250mg/L, el límite máximo permisible es de 100mg/L.

#### 4.1.7 Nitrógeno total

Los resultados del análisis demuestran que la cantidad de nitrógeno total es de 48.7 mg/L, siendo este menor al límite máximo permisible que es de 20 mg/L.

#### 4.1.8 Fósforo total

Los resultados del análisis demuestran que la cantidad de fósforo total es de 8.7 mg/L, por arriba del límite máximo permisible que es de 10 mg/L.

#### 4.1.9 pH

El potencial de hidrógeno en la muestra es de 6.43, lo cual indica un agua residual pH óptimo.

#### 4.1.10 Color

La coloración en la muestra extraída de los edificios de residencias presentó poca coloración, reflejada en el resultado del análisis en 96 u Pt-Co, siendo el límite máximo permitido de 500 u Pt-Co.

### 4.2 Parámetros microbiológicos

#### 4.2.2 coliformes

El resultado de este parámetro es de  $5.4 \times 10^6$ , dato que se encuentra por encima del límite de  $1.0 \times 10^4$  unidades en 100 mL.

### 4.3 Metales pesados

#### 4.3.2 Arsénico

El arsénico es uno de los elementos más peligrosos que existen en el agua según la OMS, los análisis en la muestra de agua determinan que existe 0.0036mg/L y lo máximo permisible es de 0.1mg/L, por lo que no existe ningún riesgo de contaminación.

#### 4.3.3 Cadmio

El cadmio es un metal pesado altamente tóxico, se determinó que existe en la muestra una cantidad menor a 0.008mg/L y lo máximo permisible es de 0.1mg/L.

#### 4.3.4 Cobre

El cobre es un metal pesado que tiene la capacidad de inhibir el tratamiento biológico de las aguas residuales. El resultado del análisis determinó que existen 0.042mg/L por debajo de lo permisible, siendo 3mg/L.

#### 4.3.5 Cianuro

El cianuro es una sustancia que puede ser tóxica que puede llegar a ser letal en cantidades concentradas, según el análisis realizado existe menos de 0.04mg/L por debajo del límite máximo permisible que es de 1mg/L.

#### 4.3.6 Cromo (VI)

El cromo hexavalente es un metal pesado presente de forma natural en rocas, plantas y en animales. La cantidad presente en la muestra es menor a 0.0025mg/L, menor al límite permisible de 0.1mg/L.

#### 4.3.7 Mercurio

El mercurio es un elemento presente en el agua residual altamente tóxico incluido en la lista de sustancias peligrosas prioritarias según la Unión Europea. La cantidad de mercurio presente en la muestra es menor a 0.0006mg/L, por debajo del límite máximo permisible de 0.01mg/L.

#### 4.3.8 Níquel

Es un metal que en altas concentraciones inhibe el tratamiento biológico al agua residual. En la muestra de agua residual resultó que existe una cantidad menor a 0.155mg/L, estando por debajo del límite máximo permisible de 2mg/L

#### 4.3.9 Plomo

El plomo puede encontrarse en el agua de manera antropogénica debido a las actividades humanas como, la quema de combustibles fósiles y la minería. Este es un elemento toxico y acumulativo con baja presencia en la muestra de agua menor a 0.09mg/L, siendo el límite máximo permisible de 0.4mg/L.

#### 4.3.10 Zinc

El zinc es un elemento presente en el agua residual que en grandes cantidades puede incrementar la acidez de las aguas. La cantidad de zinc en la muestra es de 0.546mg/L y el límite máximo permisible es de 10mg/L.

## 5 Análisis general de resultados

Los resultados de las muestras realizadas en agua residual se expresan en el siguiente cuadro, en comparación con el límite máximo permitido establecido en el acuerdo gubernativo 236 2006.

PARÁMETROS	RESULTADOS				LMP	dimensional
	CÁRNICOS	COMEDOR	RESIDENCIAS	GENERAL		
Grasas y aceites	10	37	18	29	10	Mg/L
Materia flotante	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Presente - Ausente
DBO	468	441	237	249	100	Mg/L – O <sub>2</sub>
DQO	843	868	574	619		Mg/L – O <sub>2</sub>
Relación DQO/DBO	1.8	2.0	2.4	2.5		---
Sólidos suspendidos	54	675	250	250	100	mg/L
Nitrógeno total	67.2	18	97	48.7	20	mg/L – N
Fósforo total	15.2	5.6	13.7	8.7	10	mg/L – P
pH	7.16	5.72	7	6.43	6 a 9	---
Coliformes fecales	1.4X10 <sup>6</sup>	3.5X10 <sup>6</sup>	2.4X10 <sup>6</sup>	5.4X10 <sup>6</sup>	1x10 <sup>4</sup>	NMP/100mL
Arsénico	0.0025	0.003	<0.001	0.0036	0.1	mg/L – As
Cadmio	<0.008	<0.008	<0.008	<0.008	0.1	mg/L – Cd

Cianuro total	0.042	<0.04	<0.04	<0.04	1	mg/L – CN <sup>-</sup>
Cobre	0.04	0.044	0.048	0.042	3	mg/L – Cu
Cromo VI	<0.025	<0.025	<0.025	<0.025	0.1	mg/L – Cr
Mercurio	<0.0006	<0.0006	<0.0006	<0.0006	0.01	mg/L – Hg
Níquel	<0.155	<0.155	<0.155	<0.155	2	mg/L – Ni
Plomo	<0.09	<0.09	<0.09	<0.09	0.4	mg/L – Pb
Zinc	0.477	0.478	0.575	0.546	10	mg/L – Zn
Color	249	37	123	96	500	U Pt-Co

El cuadro resalta los parámetros que están por encima del límite máximo permitido según el acuerdo y en base a esto es que se plantean los tratamientos para la planta. Los principales problemas que afectan las aguas por sobrepasar el límite permitido son: Las grasas y aceites, la demanda biológica de oxígeno, sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales.

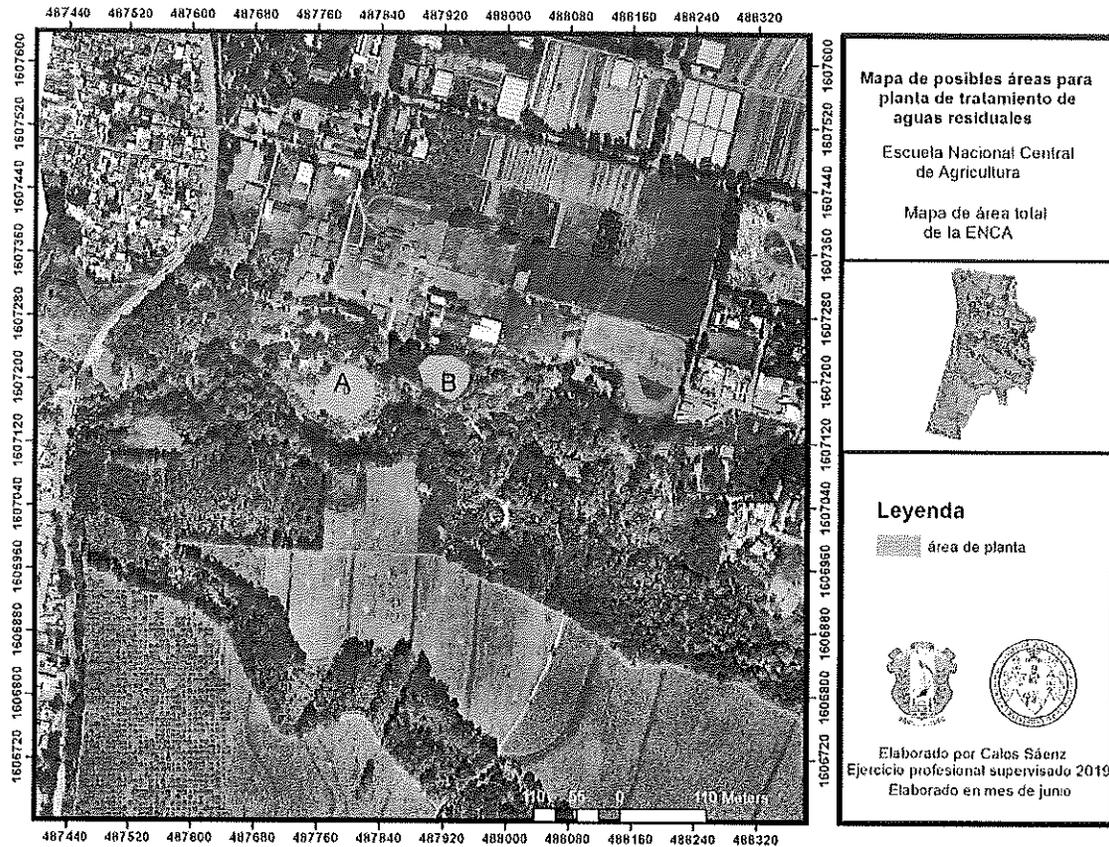
Actualmente la Escuela le da tratamiento a sus aguas residuales a través de la planta que existe dentro de la ENCA, en convenio con la municipalidad de Villa nueva. Esta planta no tiene la capacidad de tratar el caudal que se produce dentro de la finca Bárcena, por lo que la Escuela busca ubicar una nueva planta dentro de su territorio, que le de tratamiento únicamente a las aguas residuales producidas por la escuela. Para lo anterior se buscaron áreas que cubrieran con los requisitos básicos para la construcción del proyecto.

## 6 Localización

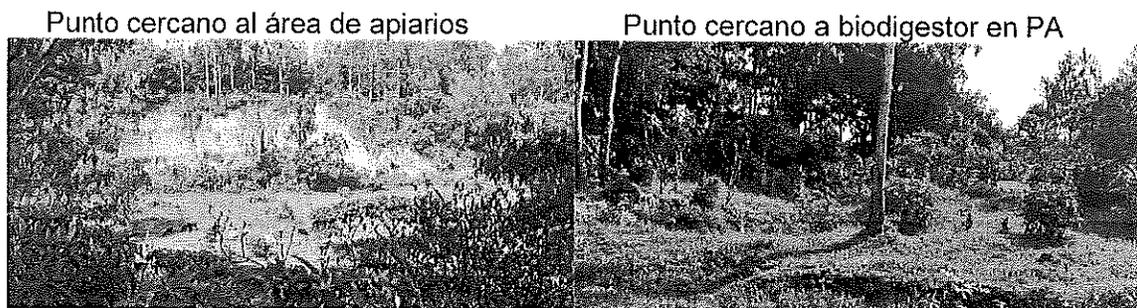
La ubicación de una PTAR, es un factor importante, para esta se deben determinar varios elementos que funcionen a favor de la planta. Uno de estos elementos es la pendiente, esta puede hacer que los costos de operación en una planta de tratamiento disminuyan.

El proyecto no posee un espacio definido dentro de la escuela, sin embargo, existen posibles lugares donde el proyecto puede llevarse a cabo.

Actualmente en las áreas que se ilustran en el mapa, no existe ningún tipo de estructura y son áreas que pueden adecuarse al diseño de la planta de tratamiento. Una de las áreas se encuentra cercana a apiarios, la otra área se encuentra un poco más arriba, cercana a donde se ubica el biodigestor.



Las áreas seleccionadas se nombraron como A, en referencia al área cercana a el apiario y B, en referencia al área cercana a biodigestor. El área A, fue la propuesta inicial de la escuela para la localización de la planta, el área B es una propuesta como resultado de distintas áreas observadas en campo.



A

B

## 7 Matriz de toma de decisión

La matriz de decisión es una herramienta que se utiliza en la planificación para identificar y analizar la fuerza de las relaciones entre grupos de información, es decir, se identifican los

diferentes criterios de ponderación y a cada uno se le da un valor de acuerdo a su grado de significancia.

Los elementos a ponderar son los siguientes:

- Área: que la ubicación tenga un área suficiente para llevar a cabo el proyecto.
- Cobertura forestal: La ubicación debe tener la menor cantidad de área verde, para tener un impacto mínimo.
- Pendiente: Uno de los puntos más importantes, debido a que, en los procesos de la planta, la pendiente puede ser un punto favorable para evitar un consumo alto de energía.
- Acceso: La existencia de carreteras o rutas de acceso hacia la ubicación.
- Cercanía a red de drenaje: Hace referencia a poseer una distancia favorable con la red de drenaje interno.
- Cercanía a áreas de trabajo: Que la ubicación esté lo más lejos posible de áreas de trabajo.
- Riesgo: Que la ubicación reduzca la posibilidad de sufrir algún daño en la estructura y función de la planta.

La ponderación de los elementos de evaluación fue tomando como 0 (cero) un factor de baja influencia y 10 como gran influencia sobre el proyecto. En un total de 7 criterios de evaluación (70 puntos).

CRITERIOS	A	B
Área	9	8
Cobertura forestal	8	6
Pendiente	9	9
Acceso	9	8
Cercanía a red de drenaje	8	9
Cercanía a área de trabajo	8	7
Riesgo	7	7
Total	58	54

#### 7.1 Conclusión

El área A obtuvo una puntuación de 64.5 sobre 70, es decir, tiene una aceptación de 82.86%, por encima de la opción B con una aceptación de 77.14%. Por lo tanto, el área A presenta mejores características sobre el área B para la realización de la planta de tratamiento de aguas residuales.

## 8 Propuesta de planta de tratamiento de agua residual

Una PTAR es un conjunto de procesos de origen físico, químico o biológico, o bien una combinación de ellos, con la finalidad de preservar la salud del medio ambiente. Para ello es necesario eliminar bacterias patógenas, materia orgánica y nutrientes presentes en el agua residual y evitar así la contaminación de cualquier cuerpo receptor.

Para el desarrollo de la PTAR, se deben tomar en cuenta las siguientes etapas de tratamiento



## 8.1 Tratamiento primario

Consiste en retirar todo el material voluminoso que pueda llegar dentro de la red de drenaje. Generalmente está compuesta por una rejilla, un desarenador y un sedimentador primario.

### 8.1.1 Sistema de rejillas (R)

El sistema de rejillas se utiliza para separar objetos de tamaño más importante que el de simples partículas que son arrastradas por la corriente de agua. Estas se construyen con barras metálicas dispuestas paralelamente para evitar el paso de sólidos. Es importante determinar los ciclos de limpieza en esta etapa.

### 8.1.2 Desarenador (D)

El objetivo en esta etapa es eliminar las partículas de granulometría superior a 200 micras, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, para proteger las bombas y otros aparatos contra la abrasión y evitar sobrecargas en las fases de tratamiento siguientes. En esta fase es importante la existencia de un bypass, para drenar el agua hacia otro punto en caso de que la planta presente algún problema o de que simplemente necesite mantenimiento en cualquiera de las fases del tratamiento.

### 8.1.3 Sedimentador (S)

En esta etapa la materia orgánica es separada del agua por un proceso de diferencia de pesos, el sedimento se asienta en la parte baja de la estructura, mientras el agua fluye por la parte superior. En esta etapa puede llegar a remover entre un 50% y 70% de sólidos suspendidos y entre un 25% y 40% de la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).

## 8.2 Tratamiento secundario

En esta fase de tratamiento ocurren procesos biológicos que permiten la depuración de origen natural en la que microorganismos son capaces de tratar el agua contaminada y devolverla a su estado natural. Para este proceso es necesario contar con un tratamiento aerobio con lodos activados; a través de la aireación prolongada y la recirculación de lodos activados, se eliminan las sustancias biodegradables que están disueltas en el agua residual.

Debido a la caracterización previamente descrita es necesario contrarrestar los niveles de nitrógeno y coliformes fecales principalmente, para este proceso es necesario mantener en la fase un cultivo de microorganismos que, al estar en contacto con oxígeno, realizan un

proceso metabólico en donde se produce biomasa, dióxido de carbono y agua. Además, los microorganismos eliminan también compuestos como el amonio y otros compuestos nitrogenados que podrían afectar en un futuro a las aguas tomando en cuenta el crecimiento de la escuela.

Todo este proceso se lleva a cabo en un primer tanque conocido como reactor biológico, donde se produce la agitación y aireación del agua residual. Uno de los productos como resultado de este tipo de tratamiento son los llamados lodos activados, una parte de los lodos producidos se encuentra en una circulación constante, otra parte de estos lodos puede ser utilizada como abono orgánico para plantas forestales, después de un proceso de deshidratación natural.

### 8.3 Tratamiento terciario

En esta etapa es necesario contar con un tanque de sedimentación secundaria en donde desagüe el tanque aireador, en este segundo tanque se separan los sólidos suspendidos (lodos activados), los cuales se sedimentan por gravedad al fondo del tanque. Para tener un control y balance de los lodos activados, una parte se recircula al tanque de aireación, el exceso se envía al tanque de almacenamiento de lodos, para conseguir de este modo el proceso conocido como clarificación.

El agua tratada y clarificada es conducida a un tanque de cloración en el que las bacterias patógenas son destruidas.

En conclusión, al final del ciclo de tratamiento se obtendría agua para reutilizar. Este producto puede ser empleado en riego de cultivos maderables, y dependiendo de las características puede ser utilizada en piscicultura. Otro producto obtenido, es la producción de lodos activados que puede ser comercializado por la escuela, o bien, después de un proceso de deshidratación puede ser utilizado como abono para el mejoramiento de tierras.

## 9 Muestreo de agua potable en tres pozos de la ENCA

Toma de muestras para análisis de características físicas, biológicas y químicas del agua potable extraída en tres pozos de aprovechamiento por la ENCA. Se tomaron muestras simples en los pozos:

- Pozo de Hortalizas
- Pozo de Producción animal
- Pozo de Consulados



Mapa de puntos de muestreo de agua residual  
Escuela Nacional Central de Agricultura

Mapa de área total de la ENCA



**Leyenda**

Puntos de

- ① Pozo Consultados
- ② Pozo Hortalizas
- ③ Pozo de producción animal

Elaborado por Carlos Saenz  
Ejercicio profesional supervisado 2019  
Monitoreo de rios de jurta



Además de los tres puntos de entrega, se tomaron muestras de dos puntos en la montaña, para determinar las características de las aguas producidas en la finca, que puedan abastecer futuros proyectos de la escuela en ese sector.

## 10 Monitoreo de Caudal general

### 10.1 Metodología

#### Metodología de sección-Velocidad para aforo

En este método se determinan separadamente la sección transversal del cauce y la velocidad del agua; la sección se determina por medio de sondeos o algún otro procedimiento topográfico y la velocidad por cualquiera de los métodos con molinete, flotador o pendiente hidráulica.

De tal manera que el caudal del río estará dado por:

$$Q = A \times V$$

Donde:

Q = Caudal del agua, en m<sup>3</sup>/s

A = Área de la sección transversal, en m<sup>2</sup>

V = Velocidad media del agua, en m/s

El caudal monitoreado es de **5.29 lt/seg**





9ª. Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala  
E-mail: [informacion@ecoquimsa.com.gt](mailto:informacion@ecoquimsa.com.gt)  
Página Web: [ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)  
PBX: (502) 2322 3600

## **INFORME DE MONITOREO DE AGUA RESIDUAL**

**ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA  
EDIFICIO DE CÁRNICOS**

**KILÓMETRO 17.5 FINCA BÁRCENAS,  
VILLA NUEVA**

PREPARADO POR:

**LABORATORIO ECOQUIMSA**

9a. avenida 3-08 colonia Alvarado zona 2 de Mixco, Guatemala, Centroamérica

PBX: 2322-3600

[ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)

Julio 2019

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

### Datos del Cliente

Cliente: Escuela Nacional Central de Agricultura  
Responsable: Jose Carlos Meda  
Dirección: Kilómetro 17.5 finca Bárcenas, Villa Nueva

### Datos de la muestra

Lugar de muestreo:	Edificio de Cárnicos	Muestra simple o compuesta:	Simple
Referencia cliente:	Caja de muestreo	Responsable del muestreo:	CLIENTE
Fecha de monitoreo:	16 de julio de 2019	Temperatura de almacenaje:	5 °C
Hora de monitoreo:	08:30	Recipiente utilizado:	Plástico, vidrio y bolsa estéril
Tipo de muestra:	Agua residual especial	Método de preservación:	INS04-MUE
Código de muestra:	19-3621-1		
Lote:	19-3621		

### Datos de Laboratorio

Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 16 de julio de 2019  
Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 15:30  
Fecha de informe: 01 de agosto de 2019

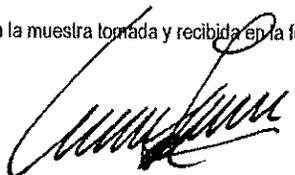
Análisis	Dimensional <sup>(1)</sup>	Límite de Detección	Resultados	Método de análisis <sup>(2)</sup>
Cianuro <sup>(3)</sup>	mg/L - CN	0.0400	< 0.0400	Spectroquant® Merck 09701
Color <sup>(3)</sup>	u Pt-Co	2.00	249.00	STM 2120 C
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L - O <sub>2</sub>	4	468	COGUANOR NTG 29014h7
Demanda Química de Oxígeno <sup>(2)</sup>	mg/L - O <sub>2</sub>	4	843	COGUANOR NISD 29014h8
Relación DQO/DBO	---	---	1.8	---
Fósforo Total <sup>(3)</sup>	mg/L - P	0.030	15.20	Spectroquant® Merck 14848
Grasas y Aceites	mg/L	5	10	COGUANOR NTG 77002h1
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente	Organoléptico
Nitrógeno Total <sup>(3)</sup>	mg/L - N	0.25	67.20	Spectroquant® Merck 14773
pH	---	0.01	7.16	STM 4500.H <sup>+</sup> B
Sólidos Sedimentables	mL/L	0.1	0.5	STM 2540 F
Sólidos Suspendidos <sup>(3)</sup>	mg/L	1	54	STM 2540 D
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1.8	1,400,000	STM 9221 CyE

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades Platino Cobalto; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) STM. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017.

(3) Análisis acreditado COGUANOR NTG/RS/MEC 17025:2005 según OGA LE-051-13.

Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.



Laboratorio ECOQUIMSA

**Ing. Erick López Estrada**  
Ingeniero Químico Industrial  
Colegiado No. 2152

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

### Datos del Cliente

Cliente: Escuela Nacional Central de Agricultura  
Responsable: Jose Carlos Meda  
Dirección: Kilómetro 17.5 finca Bárcenas, Villa Nueva

### Datos de la muestra

Lugar de muestreo:	Edificio de Cárnicos	Muestra simple o compuesta:	Simple
Referencia cliente:	Caja de muestreo	Responsable del muestreo:	CLIENTE
Fecha de monitoreo:	16 de julio de 2019	Temperatura de almacenaje:	5 °C
Hora de monitoreo:	08:30	Recipiente utilizado:	Plástico
Tipo de muestra:	Agua residual especial	Método de preservación:	INS04-MUE
Código de muestra:	19-3621-1		
Lote:	19-3621		

### Datos de Laboratorio

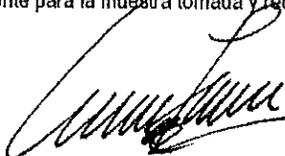
Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 16 de julio de 2019  
Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 15:30  
Fecha de informe: 01 de agosto de 2019

Análisis	Dimensional <sup>(1)</sup>	Límite de Detección	Resultados	Método de análisis <sup>(2)</sup>
Arsénico	mg/L - As	0.0010	0.0025	STM 3114 C
Cadmio	mg/L - Cd	0.008	< 0.008	STM 3111 B
Cobre	mg/L - Cu	0.030	0.042	STM 3111 B
Cromo (VI)	mg/L - Cr	0.025	< 0.025	Spectroquant® Merck 14758
Mercurio	mg/L - Hg	0.00060	< 0.00060	STM 3112 B
Niquel	mg/L - Ni	0.155	< 0.155	STM 3111 B
Plomo	mg/L - Pb	0.090	< 0.090	STM 3111 B
Zinc	mg/L - Zn	0.120	0.477	STM 3111 B

(1) mg/L = ppm

(2) STM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017.

Los análisis de este informe son acreditados COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13  
Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.



Laboratorio ECOQUIMSA

Ing. Erick López Estrada  
Ingeniero Químico Industrial  
Colegiado No. 2152





9ª. Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala  
E-mail: [informacion@ecoquimsa.com.gt](mailto:informacion@ecoquimsa.com.gt)  
Página Web: [ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)  
PBX: (502) 2322 3600

## **INFORME DE MONITOREO DE AGUA RESIDUAL**

**ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA  
EDIFICIO DE CÁRNICOS**

**KILÓMETRO 17.5 FINCA BÁRCENAS,  
VILLA NUEVA**

PREPARADO POR:

**LABORATORIO ECOQUIMSA**

9a. avenida 3-08 colonia Alvarado zona 2 de Mixco, Guatemala, Centroamérica

PBX: 2322-3600

[ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)

**Julio 2019**

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

### Datos del Cliente

Cliente: Escuela Nacional Central de Agricultura  
Responsable: Sr. José Carlos Meda  
Dirección: Kilómetro 17.5 finca Bárcenas, Villa Nueva

### Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Edificio de cáncicos Muestra simple o compuesta: Compuesta  
Referencia cliente: Comedor Responsable del muestreo: CLIENTE  
Fecha de monitoreo: 18 de julio de 2019 Temperatura de almacenaje: 5 °C  
Hora de monitoreo: 07:00 a 14:00 Recipiente utilizado: Plástico, vidrio y bolsa estéril  
Tipo de muestra: Agua residual especial Método de preservación: INS04-MUE  
Código de muestra: 19-3683-1  
Lote: 19-3683

### Datos de Laboratorio

Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 18 de julio de 2019  
Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 16:00  
Fecha de informe: 31 de julio de 2019

Análisis	Dimensional <sup>(1)</sup>	Límite de Detección	Resultados	LMP <sup>(2)</sup>	Método de análisis <sup>(3)</sup>
Cianuro <sup>(4)</sup>	mg/L - CN	0.0400	< 0.0400	1	Spectroquant® Merck 09701
Color <sup>(4)</sup>	u Pt-Co	2.00	37.00	500	STM 2120 C
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L - O <sub>2</sub>	4	441	200	COGUANOR NTG 29014H7
Demanda Química de Oxígeno <sup>(4)</sup>	mg/L - O <sub>2</sub>	4	868	---	COGUANOR NGO 29014H8
Relación DCO/DBO	---	---	2.0	---	---
Fósforo Total <sup>(4)</sup>	mg/L - P	0.030	5.60	10	Spectroquant® Merck 14848
Grasas y Aceites	mg/L	5	37	10	COGUANOR NTG 77002H1
Materia Fijenta	---	Presente/Ausente	Ausente	Ausente	Organoléptico
Nitrógeno Total <sup>(4)</sup>	mg/L - N	0.25	18.00	20	Spectroquant® Merck 14773
pH	---	0.01	5.72	6 a 9	STM 4500-H-B
Sólidos Sedimentables	ml/L	0.1	1.0	---	STM 2540 F
Sólidos Suspendidos <sup>(4)</sup>	mg/L	1	675	100	STM 2540 D
Coliformes fecales	NMP/100ml	1.8	3,500,000	< 1X10 <sup>4</sup>	STM 9221 C y E

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades Platino Cobalto; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) LMP: Límite Máximo Permisible según Acuerdo Gubernativo No. 235-2005, Artículo No. 21.

(3) STM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017.

(4) Análisis acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGALE-051-13

Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.



Laboratorio ECOQUIMSA

Ing. Erick López Estrada  
Ingeniero Químico Industrial  
Colegiado No. 2152



9ª. Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala  
E-mail: informacion@ecoquimsa.com.gt  
Página Web: ecoquimsa.com  
PBX: (502) 2322 3600

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

### Datos del Cliente

Cliente: Escuela Nacional Central de Agricultura  
Responsable: Sr. José Carlos Meda  
Dirección: Kilómetro 17.5 finca Bárcenas, Villa Nueva

### Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Edificio de cárnicos Muestra simple o compuesta: Compuesta  
Referencia cliente: Comedor Responsable del muestreo: CLIENTE  
Fecha de monitoreo: 18 de julio de 2019 Temperatura de almacenaje: 5 °C  
Hora de monitoreo: 07:00 a 14:00 Recipiente utilizado: Plástico  
Tipo de muestra: Agua residual especial Método de preservación: INS04-MUE  
Código de muestra: 19-3683-1  
Lote: 19-3683

### Datos de Laboratorio

Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 18 de julio de 2019  
Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 16:00  
Fecha de informe: 31 de julio de 2019

Análisis	Dimensional <sup>(1)</sup>	Límite de Detección	Resultados	LMP <sup>(2)</sup>	Método de análisis <sup>(3)</sup>
Arsénico	mg/L - As	0.0010	0.0030	0.1	STM 3114 C
Cadmio	mg/L - Cd	0.008	< 0.008	0.1	STM 3111 B
Cobre	mg/L - Cu	0.030	0.044	3	STM 3111 B
Cromo (VI)	mg/L - Cr	0.025	< 0.025	0.1	Spectroquant® Merck 14758
Mercurio	mg/L - Hg	0.00060	< 0.00060	0.01	STM 3112 B
Níquel	mg/L - Ni	0.155	< 0.155	2	STM 3111 B
Plomo	mg/L - Pb	0.090	< 0.090	0.4	STM 3111 B
Zinc	mg/L - Zn	0.120	0.478	10	STM 3111 B

(1) mg/L = ppm.

(2) LMP: Límite Máximo Permisible según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006, Artículo No. 21.

(3) STM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017.

Los análisis de este informe son acreditados COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13  
Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.

Laboratorio ECOQUIMSA

Ing. Erick López Estrada  
Ingeniero Químico Industrial  
Colegiado No. 2152





9ª. Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala  
E-mail: [informacion@ecoquimsa.com.gt](mailto:informacion@ecoquimsa.com.gt)  
Página Web: [ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)  
PBX: (502) 2322 3600

## **INFORME DE MONITOREO DE AGUA RESIDUAL**

### **ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA RESIDENCIAS**

**KILÓMETRO 17.5 FINCA BÁRCENAS,  
VILLA NUEVA**

PREPARADO POR:

#### **LABORATORIO ECOQUIMSA**

9a. avenida 3-08 colonia Alvarado zona 2 de Mixco, Guatemala, Centroamérica

PBX: 2322-3600

[ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)

**Julio 2019**

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

### Datos del Cliente

Cliente: Escuela Nacional Central de Agricultura  
Responsable: Sr. José Carlos Meda  
Dirección: Kilómetro 17.5 Finca Bárcenas, Villa Nueva

### Datos de la muestra

Lugar de muestreo:	Residencias	Muestra simple o compuesta:	Compueta
Referencia cliente:	Caja Monitoreo	Responsable del muestreo:	CLIENTE
Fecha de monitoreo:	22 y 23 de julio de 2019	Temperatura de almacenaje:	5 °C
Hora de monitoreo:	07:30 a 13:30	Recipiente utilizado:	Plástico, vidrio y bolsa estéril
Tipo de muestra:	Agua residual especial	Método de preservación:	INS04-MUE
Código de muestra:	19-3770-1		
Lote:	19-3770		

### Datos de Laboratorio

Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 22 de julio de 2019  
Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 16:00  
Fecha de informe: 03 de agosto de 2019

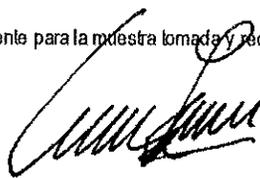
Análisis	Dimensional <sup>(1)</sup>	Límite de Detección	Resultados	Método de análisis <sup>(2)</sup>
Cianuro <sup>(3)</sup>	mg/L - CN	0.0400	< 0.0400	Spectroquant® Merck 09701
Color <sup>(3)</sup>	u Pt-Co	2.00	123.0	STM 2120 C
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L - O <sub>2</sub>	4	237	COGUANOR NTG 2901407
Demanda Química de Oxígeno <sup>(3)</sup>	mg/L - O <sub>2</sub>	4	574	COGUANOR NGO 2901408
Relación DQO/DBO	---	---	2.4	---
Fósforo Total <sup>(3)</sup>	mg/L - P	0.030	13.70	Spectroquant® Merck 14848
Grasas y Aceites	mg/L	5	18	COGUANOR NTG 77002h1
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente	Organoléptico
Nitrógeno Total <sup>(3)</sup>	mg/L - N	0.25	97.00	Spectroquant® Merck 14773
pH	---	0.01	7.00	STM 4500-H-B
Sólidos Sedimentables	ml/L	0.1	0.6	STM 2540 F
Sólidos Suspendidos <sup>(3)</sup>	mg/L	1.0	250.0	STM 2540 D
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1.8	2,400,000	STM 9221 C y E

(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades Platino Cobalto; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.

(2) STM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017.

(3) Análisis acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13.

Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.



Laboratorio ECOQUIMSA

Ing. Erick López Estrada  
Ingeniero Químico Industrial  
Colegiado No. 2152

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

### Datos del Cliente

Cliente: Escuela Nacional Central de Agricultura  
Responsable: Sr. José Carlos Meda  
Dirección: Kilómetro 17.5 Finca Bárcenas, Villa Nueva

### Datos de la muestra

Lugar de muestreo:	Residencias	Muestra simple o compuesta:	Compueta
Referencia cliente:	Caja Monitoreo	Responsable del muestreo:	CLIENTE
Fecha de monitoreo:	22 y 23 de julio de 2019	Temperatura de almacenaje:	5 °C
Hora de monitoreo:	07:30 a 13:30	Recipiente utilizado:	Plástico
Tipo de muestra:	Agua residual especial	Método de preservación:	INS04-MUE
Código de muestra:	19-3770-1		
Lote:	19-3770		

### Datos de Laboratorio

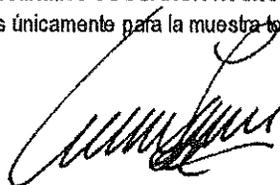
Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 22 de julio de 2019  
Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 16:00  
Fecha de informe: 03 de agosto de 2019

Análisis	Dimensional <sup>(1)</sup>	Límite de Detección	Resultados	Método de análisis <sup>(2)</sup>
Arsénico	mg/L - As	0.0010	< 0.0010	STM 3114 C
Cadmio	mg/L - Cd	0.008	< 0.008	STM 3111 B
Cobre	mg/L - Cu	0.030	0.048	STM 3111 B
Cromo (VI)	mg/L - Cr	0.025	< 0.025	Spectroquant® Merck 14758
Mercurio	mg/L - Hg	0.00060	< 0.0011	STM 3112 B
Níquel	mg/L - Ni	0.155	< 0.155	STM 3111 B
Plomo	mg/L - Pb	0.090	< 0.090	STM 3111 B
Zinc	mg/L - Zn	0.120	0.575	STM 3111 B

(1) mg/L = ppm.

(2) STM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017.

Los análisis de este informe son acreditados COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13  
Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.



Laboratorio ECOQUIMSA

Ing. Erick López Estrada  
Ingeniero Químico Industrial  
Colegiado No. 2152

## CUADRO COMPARATIVO INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS ACUERDO GUBERNATIVO 236-2006

### Datos del Cliente

Cliente: Escuela Nacional Central de Agricultura  
Responsable: Sr. José Carlos Meda  
Dirección: Kilómetro 17.5 Finca Bárcenas, Villa Nueva

### Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Residencias Muestra simple o compuesta: Compuesta  
Fecha de monitoreo: 22 y 23 de julio de 2019 Tipo de muestra: Agua residual especial  
Código de muestra: 19-3770-1

Análisis	Dimensional <sup>(1)</sup>	Referencia: Caja Monitoreo	Artículo 27 y 28: Límites Máximos Permisibles de Descargas de Aguas Residuales al Alcantarillado Público.		
			2 de Mayo de dos mil quince	2 de Mayo de dos mil veinte	2 de Mayo de dos mil veinticuatro
Color	u Pt-Co	123.0	1,000	750	500
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L - O <sub>2</sub>	237	750	450	200
Fósforo Total	mg/L - P	13.70	40	20	10
Grasas y Aceites	mg/L	18	100	60	60
Materia Flotante	---	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Nitrógeno Total	mg/L - N	97.00	150	80	40
pH (in-situ)	---	7.00	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Sólidos Suspendidos	mg/L	250	700	400	200
Temperatura	°C	0.0	< 40	< 40	< 40
Coliformos fecales	NMP/100ml	2,400,000	< 1X10 <sup>5</sup>	< 1X10 <sup>4</sup>	< 1X10 <sup>4</sup>
Arsénico	mg/L - As	< 0.0010	0.1	0.1	0.1
Cadmio	mg/L - Cd	< 0.008	0.1	0.1	0.1
Cianuro	mg/L - CN <sup>-</sup>	< 0.0400	1	1	1
Cobre	mg/L - Cu	0.048	3	3	3
Cromo (VI)	mg/L - Cr	< 0.025	0.1	0.1	0.1
Mercurio	mg/L - Hg	< 0.0014	0.01	0.01	0.01
Níquel	mg/L - Ni	< 0.155	2	2	2
Plomo	mg/L - Pb	< 0.090	0.4	0.4	0.4
Zinc	mg/L - Zn	0.575	10	10	10

(1) u Pt-Co = Unidades Platino Cobalto; mg/L = ppm; NMP/100 mL = número más probable por 100 mililitros.  
Azul: Se cumple con el valor establecido para dicho parámetro en la correspondiente etapa de cumplimiento.  
Rojo: No se cumple.



9ª. Avenida 3-08 zona 2 Colonia Alvarado, Mixco, Guatemala  
E-mail: [informacion@ecoquimsa.com.gt](mailto:informacion@ecoquimsa.com.gt)  
Página Web: [ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)  
PBX: (502) 2322 3600

## **INFORME DE MONITOREO DE AGUA RESIDUAL**

**ESCUELA NACIONAL CENTRAL DE AGRICULTURA  
EDIFICIO DE CÁRNICOS**

**KILÓMETRO 17.5 FINCA BÁRCENAS,  
VILLA NUEVA**

PREPARADO POR:

**LABORATORIO ECOQUIMSA**

9a. avenida 3-08 colonia Alvarado zona 2 de Mixco, Guatemala, Centroamérica

PBX: 2322-3600

[ecoquimsa.com](http://ecoquimsa.com)

Julio 2019

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

### Datos del Cliente

Cliente: Escuela Nacional Central de Agricultura  
Responsable: Sr. José Carlos Meda  
Dirección: Kilómetro 17.5 finca Bárcenas, Villa Nueva

### Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Edificio de cáncicos Muestra simple o compuesta: Compuesta  
Referencia cliente: Drenaje principal Responsable del muestreo: CLIENTE  
Fecha de monitoreo: 26 de julio de 2019 Temperatura de almacenaje: 5 °C  
Hora de monitoreo: 08:00 a 14:00 Recipiente utilizado: Plástico, vidrio y bolsa estéril  
Tipo de muestra: Agua residual especial Método de preservación: INS04-MUE  
Código de muestra: 19-3851-1  
Lote: 19-3851

### Datos de Laboratorio

Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 26 de julio de 2019  
Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 15:30  
Fecha de informe: 05 de agosto de 2019

Análisis	Dimensional <sup>(1)</sup>	Límite de Detección	Resultados	LMP <sup>(2)</sup>	Método de análisis <sup>(3)</sup>
Cianuro <sup>(4)</sup>	mg/L - CN	0.0400	< 0.0400	1	Spectroquant® Merck 09701
Color <sup>(4)</sup>	u Pt-Co	2.00	96.00	500	STM 2120 C
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L - O <sub>2</sub>	4	249	200	COGUANOR NTG 29014H7
Demanda Química de Oxígeno <sup>(4)</sup>	mg/L - O <sub>2</sub>	4	619	---	COGUANOR NEG 29014H8
Relación DQO/DBO	---	---	2.5	---	---
Fósforo Total <sup>(4)</sup>	mg/L - P	0.030	8.70	10	Spectroquant® Merck 14848
Grasas y Aceites	mg/L	5	29	10	COGUANOR NTG 77002H1
Materia Flotante	---	Presente/Ausente	Ausente	Ausente	Organoléptico
Nitrógeno Total <sup>(4)</sup>	mg/L - N	0.25	48.70	20	Spectroquant® Merck 14773
pH	---	0.01	6.43	6 a 9	STM 4500-H-B
Sólidos Sedimentables	ml/L	0.1	1.0	---	STM 2540 F
Sólidos Suspendidos <sup>(4)</sup>	mg/L	1	250	100	STM 2540 D
Coliformes fecales	NMP/100ml	1.8	5,400,000	< 1x10 <sup>4</sup>	STM 9221 C y E

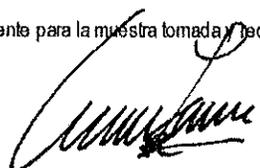
(1) mg/L = ppm; u Pt-Co = Unidades Platino Cobalto; NMP/100 ml = número más probable por 100 mililitros.

(2) LMP: Límite Máximo Permisible según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006, Artículo No. 21

(3) STM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017.

(4) Análisis acreditado COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025 2005 según OGA-LE-051-13

Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.



Laboratorio ECOQUIMSA

Ing. Erick López Estrada  
Ingeniero Químico Industrial  
Colegiado No. 2152

## INFORME DE RESULTADOS DE ANÁLISIS

### Datos del Cliente

Cliente: Escuela Nacional Central de Agricultura  
Responsable: Sr. José Carlos Meda  
Dirección: Kilómetro 17.5 finca Bárcenas, Villa Nueva

### Datos de la muestra

Lugar de muestreo: Edificio de cárnicos Muestra simple o compuesta: Compuesta  
Referencia cliente: Drenaje principal Responsable del muestreo: CLIENTE  
Fecha de monitoreo: 26 de julio de 2019 Temperatura de almacenaje: 5 °C  
Hora de monitoreo: 08:00 a 14:00 Recipiente utilizado: Plástico  
Tipo de muestra: Agua residual especial Método de preservación: INS04-MUE  
Código de muestra: 19-3851-1  
Lote: 19-3851

### Datos de Laboratorio

Fecha de recepción de la muestra por el laboratorio: 26 de julio de 2019  
Hora de recepción de la muestra por el laboratorio: 15:30  
Fecha de informe: 05 de agosto de 2019

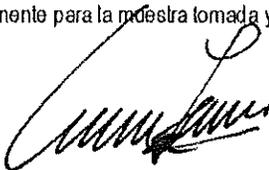
Análisis	Dimensional <sup>(1)</sup>	Límite de Detección	Resultados	LMP <sup>(2)</sup>	Método de análisis <sup>(3)</sup>
Arsénico	mg/L - As	0.0010	0.0036	0.1	STM 3114 C
Cadmio	mg/L - Cd	0.008	< 0.008	0.1	STM 3111 B
Cobre	mg/L - Cu	0.030	0.042	3	STM 3111 B
Cromo (VI)	mg/L - Cr	0.025	< 0.025	0.1	Spectroquant® Merck 14758
Mercurio	mg/L - Hg	0.00060	< 0.00060	0.01	STM 3112 B
Níquel	mg/L - Ni	0.155	< 0.155	2	STM 3111 B
Plomo	mg/L - Pb	0.090	< 0.090	0.4	STM 3111 B
Zinc	mg/L - Zn	0.120	0.546	10	STM 3111 B

(1) mg/L = ppm.

(2) LMP: Límite Máximo Permisible según Acuerdo Gubernativo No. 236-2006, Artículo No. 21.

(3) STM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 23rd Edition 2017.

Los análisis de este informe son acreditados COGUANOR NTG/ISO/IEC 17025:2005 según OGA-LE-051-13  
Los presentes resultados son válidos únicamente para la muestra tomada y recibida en la fecha indicada.



Laboratorio ECOQUIMSA  
Ing. Erick López Estrada  
Ingeniero Químico Industrial  
Colegiado No. 2152

