

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS BIODIGESTORES
EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESÍDUALES
DOMESTICAS EN LA LOCALIDAD DE CHIBAYA BAJA –
TORATA – MOQUEGUA”**

TESIS

PRESENTADA POR:

EDGAR FREY LEON HUALLPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

PUNO – PERÚ

2018

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS BIODIGESTORES EN EL
TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS EN LA
LOCALIDAD DE CHIBAYA BAJA – TORATA – MOQUEGUA**

**TESIS PRESENTADA POR:
EDGAR FREY LEON HUALLPA**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGRICOLA**



APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:


PRESIDENTE

: 
M.Sc. RICARDO LUIS BARBALES VASSI

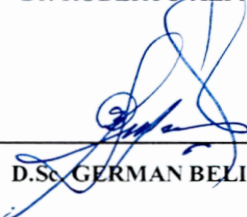
PRIMER MIEMBRO

: _____
Ing. EDILBERTO HUAQUISTO RAMOS

SEGUNDO MIEMBRO

: 
Dr. ROBERTO ALFARO ALEJO

DIRECTOR / ASESOR

: 
D.Sc. GERMAN BELIZARIO QUISPE

ÁREA : Ingeniería y Tecnología

TEMA : Saneamiento Rural

LÍNEA: Ingeniería de Infraestructura Rural

FECHA DE SUSTENTACIÓN 13 DE SETIEMBRE DEL 2018

DEDICATORIA

*A **DIOS** por darme la vida, por ser mi guía, Fortaleza e iluminar mi camino, pero sobre todo por permitirme disfrutar mis logros cerca de mis seres amados.*

*A mis queridos **PADRES** quienes me dieron la vida, quienes con su ejemplo me formaron para asumir retos como éste, y me supieron inculcar la dedicación y perseverancia al trabajo.*

*A mis amigos y a una persona en especial **NEWY M. ACERO CASTILLO**, quien siempre me motivo a seguir adelante por su constante apoyo y comprensión.*

*A mis hermanos(as) **EDITH, NILDA, SILVIA, VERONICA** y **EDWAR** y todos aquellos que por su constante apoyo, motivación entusiasmo a seguir y les tendré presente en el recorrer de mi trayecto profesional.*

AGRADECIMIENTOS

A nuestra alma mater, Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ingeniería Agrícola, Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al Dr. German, Belizario Quispe, a quien expreso mi más sincero y afectuoso agradecimiento por su inestimable y permanente apoyo, que hizo posible la realización de esta investigación.

A los miembros del Jurado de la Facultad de Ingeniería Agrícola, por sus valiosas enseñanzas y correcciones que se han constituido en el pilar fundamental del presente trabajo de investigación.

Al Ing. José Luis Cruz Mamani, a quien expreso mi más sincero y afectuoso agradecimiento por su inestimable y permanente apoyo.

También, a mis compañeros y amigos que alguna vez me dieron un apoyo moral y material en la culminación de esta investigación.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE GENERAL	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	x
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Problema General	2
1.1.1. Problemas Específicos	2
1.2 Hipótesis del Trabajo	2
1.1.2. Hipótesis General	2
1.1.3. Hipótesis Específica	2
1.3 Objetivos del Trabajo	2
1.3.1. Objetivo General	2
1.3.2. Objetivos Específicos	2

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Antecedentes del proyecto	3
2.1.1. Antecedente en Latinoamerica	3
2.1.2. Antecedente en el Peru	5
2.1.3. Antecedente en la Region	7

MARCO TEORICO

2.2 Evaluacion.....	8
2.3 Eficiencia.....	9
2.4 Aguas residuales.....	10

2.5	Aguas residuales domesticos.....	10
2.5.1.	Caracteristicas de las domesticas aguas residuales.	10
2.6	Tratamiento de aguas residuales	23
2.6.1.	Tratamiento preliminar	23
2.6.2.	Tratamiento primario.....	24
2.6.3.	Tratamiento secundario	24
2.6.4.	Tratamiento terciario o tratamiento avanzado.....	24
2.7	Biodigestor	25
2.7.1.	Digestion anaerobica	26
2.7.2.	Eficiencia de los biodigestores	28
2.7.3.	Biodigestor prefabricado	30

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1	Aspectos generales	36
3.1.1.	Ubicación politica.....	36
3.1.2.	Ubicación geografica.....	36
3.1.3.	Vias de acceso	36
3.2	Caracteristicas de la zona de estudio.....	38
3.2.1.	Clima	38
3.2.2.	Hidrologia.....	38
3.2.3.	Topografia	39
3.2.4.	Economia.....	39
3.3	Materiales y equipos usados.....	40
3.3.1.	Materiales de gabinete.....	40
3.3.2.	Materiales de escritorio	40
3.3.3.	Software que se utilizo	40
3.3.4.	Equipos y herramientas utilizados en campo.	40
3.4	Para determinar la eficiencia de tratamiento de las aguas residuales domésticas se realizo lo siguiente	41
3.4.1.	Muestreo y evaluación de aguas residuales.....	41

3.4.2. Toma de muestras para el analisis en el laboratorio.....	41
3.5 Para determinar la correcta operación y mantenimiento del biodigestor se realizo lo siguiente	42
3.5.1. Muestra	42
3.5.2. La Encuesta	44
3.5.3. Análisis Estadístico	44

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados del análisis físico, químico y biologicos del agua residual domestico tratada y no tratada.	45
4.1.1. Comparacion de los resultados de las aguas residuales domesticas tratadas por el biodigestor.	62
4.1.2. Comparacion de los parámetros físico químicos y bacteriologico de las aguas residuales tratadas con los límites máximos permisibles.	64
4.2 Resultados de la encuesta realizada.	66
4.2.1. Datos generales.....	66
4.2.2. Operación y mantenimiento de los biodigestores.....	70
4.3 Discusión de los datos analizados	76

CAPITULO V

CONCLUSIONES	77
---------------------------	-----------

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES	78
------------------------------	-----------

CAPITULO VII

REFERENCIAS	79
ANEXOS	83

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Biodigestor prefabricado	30
Figura 2 Componentes del biodigestor	32
Figura 3 Funcionamientos del Biodigestor Prefabricado	34
Figura 4 Ubicación del proyecto de investigación.....	37
Figura 5 Grafica lineal del afluente y efluente de la DBO	47
Figura 6 Grafica lineal del afluente y efluente de la DQO	49
Figura 7 Grafica lineal del afluente y efluente de SST.....	51
Figura 8 Grafica lineal del afluente y efluente de la Aceites y Grasas	53
Figura 9 Grafica lineal del afluente y efluente de la Temperatura	55
Figura 10 Grafica lineal del afluente y efluente del PH	57
Figura 11 Grafica lineal del afluente y efluente de Coliformes Fecales.....	59
Figura 12 Grafica lineal del afluente y efluente Coliformes Totales.....	61
Figura 13 Comparación de eficiencia de tratamiento biodigestor Chibaya Baja vs Rotoplas vs Eternit y la norma OS.090.....	63
Figura 14 Comparación de datos efluente del biodigestor vs D.S. 003-2010-MINAM.....	65
Figura 15 Edad de los encuestados	66
Figura 16 Género de los encuestados	67
Figura 17 nivel educativo	68
Figura 18 Cantidad de persona que habitan en su vivienda.....	69
Figura 19 Uso del biodigestor.....	70
Figura 20 Realiza la operación y mantenimiento	71
Figura 21 Conocimiento de la correcta operación y mantenimiento.	72

Figura 22 Casa cuanto tiempo debe realizar la operación y mantenimiento.	73
Figura 23 Capacitación antes, durante o después de la ejecución.	74
Figura 24 Interesado en recibir capacitación.	75
Figura 25 Realización de encuesta acerca de la operación y mantenimiento	83
Figura 26 Ubicación de la vivienda para la toma de muestras.	83
Figura 27 Muestreo del agua residual.	84
Figura 28 Laboratorio de la Facultas de Ingeniería Química – UNA PUNO	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición típica del agua residual doméstica bruta (mg/l).....	11
Tabla 2 Eficiencia (remoción) Rotoplas	29
Tabla 3 Eficiencia (remoción) Eternit	29
Tabla 4 Eficiencia Norma OS.090	29
Tabla 5 Dimensiones del biodigestor en función de sus capacidades	31
Tabla 6 Número de usuarios servidos en función de las capacidades	31
Tabla 7 Eficiencia de tratamiento en la (DBO) en el sector Chibaya Baja, 2018	45
Tabla 8 Estadísticas descriptivas en la DBO.	45
Tabla 9 Eficiencia de tratamiento en la (DQO) en el sector Chibaya Baja, 2018	48
Tabla 10 Estadísticas descriptivas en la DQO	48
Tabla 11 Remoción de sólidos suspendidos totales en el sector Chibaya Baja, 2018.....	50
Tabla 12 Estadísticas descriptivas de sólidos en suspensión total.....	50
Tabla 13 Aceites y grasas en el sector Chibaya Baja, 2018	52
Tabla 14 Estadísticas descriptivas de aceites y grasas.....	52
Tabla 15 Temperatura en el afluente y efluente en el sector Chibaya Baja, 2018.....	54
Tabla 16 Estadísticas descriptivas de la temperatura.....	54
Tabla 17 Potencial de hidrogeno (pH).....	56
Tabla 18 Estadísticas descriptivas del potencial de hidrogeno	56
Tabla 19 Coliformes fecales (termotolerantes) en el sector Chibaya Baja, 2018.....	58
Tabla 20 Estadísticas descriptivas de coliformes fecales (termotolerantes).....	58
Tabla 21 Coliformes totales en el sector Chibaya Baja, 2018.....	60
Tabla 22 Estadísticas descriptivas de coliformes totales	60

Tabla 23 Comparación de los resultados en el sector Chibaya Baja, 2018	62
Tabla 24 Evaluación del cumplimiento de los parámetros físico – químico y Bacteriológicos en el sector Chibaya Baja, 2018.....	64
Tabla 25 Edad de los encuestados del sector Chibaya Baja, 2018	66
Tabla 26 Genero de los encuestados del sector Chibaya Baja, 2018.....	67
Tabla 27 Nivel educativo de los encuestados del sector Chibaya Baja, 2018	68
Tabla 28 Cantidad de personas que habitan en su vivienda en el sector Chibaya Baja, 2018	69
Tabla 29 Uso del biodigestor en el sector Chibaya Baja, 2018	70
Tabla 30 Realiza la operación y mantenimiento de su biodigestor, sector Chibaya Baja, 2018	71
Tabla 31 Conocimiento de operación y mantenimiento en el sector Chibaya Baja, 2018 ...	72
Tabla 32 Cada cuanto tiempo realiza la OP y MA del biodigestor en el sector Chibaya Baja, 2018	73
Tabla 33 Recibió Educación Sanitaria en el sector de Chibaya Baja, 2018	74
Tabla 34 Interesados en recibir capacitación en el sector Chibaya Baja, 2018	75

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

DBO	: Demanda bioquímica de oxígeno.
DQO	: Demanda química de oxígeno.
SST	: Sólidos en Suspensión Total.
PH	: Potencial de Hidrogeno.
ST	: Solidos Totales.
SDT	: Solidos Disueltos Totales.
SS	: Solidos Sedimentables.
PVC	: Policloruro de Vinilo.
PET	: Polietileno de tereftalato.
PTAR	: Planta de tratamiento de aguas residuales.
MINAM	: Ministerio del Ambiente.
LMP	: Límites Máximos Permisibles.
RM	: Resolución Ministerial.
DS	: Decreto Supremo.
RNE	: Reglamento Nacional de Edificaciones.

USB	: Universal Serial Bus.
CD	: Disco Compacto.
GPS	: Sistema de Posición Global.
NMP	: Numero Más Probable.
E	: Eficiencia degradativa.
VPe	: Valor de Parámetro de entrada.
VoPs	: Valor de Parámetro de salida.
H ₂ S	: Sulfuro de Hidrogeno.
FeS	: Sulfuro Ferroso.
OP	: Operación.
MA	: Mantenimiento.

RESUMEN

La presente investigación se realizó en la localidad de Chibaya Baja – Torata – Moquegua, con el objetivo de determinar la eficiencia de tratamiento de las aguas residuales domesticas con biodigestor, a través del monitoreo y evaluación, en función de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, determinando la eficiencia de tratamiento de los biodigestores, para controlar la contaminación ambiental que causan las excretas, ya que en la actualidad la disposición inadecuada de las aguas residuales es una de las principales causas de enfermedades infecciosas intestinales, parasitaria, contaminación de las aguas subterráneas, flujos de agua y del suelo en el medio rural. La parte experimental de la presente investigación se llevó a cabo en el sector de Chibaya Baja, donde se realizó el muestreo de manera puntual en el afluente y efluente del biodigestor, donde se tomaron las muestras periódicamente cada 15 días, durante 01 mes, obteniendo 03 muestras, para los respectivos análisis fisicoquímicos y bacteriológico. En base a los resultados obtenidos del laboratorio la eficiencia de tratamiento de las aguas residuales domesticas cuyos parámetros evaluados son: DBO 59.51%, DQO 49.16%, aceites y grasas 35.92%, sólidos totales en suspensión 52.78% y Coliformes fecales (termotolerantes) 89.19%. Se realizó la comparación de parámetros evaluados con los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM, en el decreto supremo N° 003-2010, donde se observa que la DBO y DQO no cumplen con los límites máximos permisibles y estas aguas no deben ser vertidos a cuerpos de aguas (ríos, lagos, aguas subterráneas, etc.).

Palabras clave: Aguas residuales domésticas, anexo de Chibaya Baja, biodigestor, eficiencia.

ABSTRACT

The present investigation was carried out in the locality of Chibaya Baja - Torata - Moquegua, with the objective of determining the efficiency of domestic wastewater treatment with biodigester, through the monitoring and evaluation, in function of the physicochemical and bacteriological parameters, determining the efficiency of treatment of biodigesters, to control the environmental pollution caused by excreta, since at present the inadequate disposal of wastewater is one of the main causes of intestinal infectious diseases, parasitic, contamination of groundwater, flows of water and soil in rural areas. The experimental part of the present investigation was carried out in the sector of Chibaya Baja, where the sampling was carried out in a timely manner in the tributary and effluent of the biodigester, where the samples were taken periodically every 15 days, during 01 month, obtaining 03 samples, for the respective physicochemical and bacteriological analyzes. Based on the results obtained from the laboratory, the treatment efficiency of the domestic wastewater whose parameters are evaluated are: BOD 59.51%, COD 49.16%, oils and fats 35.92%, total solids in suspension 52.78% and fecal Coliforms (thermotolerant) 89.19%. The comparison of evaluated parameters with the maximum permissible limits established by the MINAM was made in supreme decree N ° 003-2010, where it is observed that the BOD and COD do not comply with the maximum permissible limits and these waters must not be discharged to bodies of water (rivers, lakes, groundwater, etc.)

Keywords: Domestic sewage, Chibaya Baja annex, biodigester, efficiency.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

La presente investigación denominada “evaluación de la eficiencia de los biodigestores en el tratamiento de las aguas residuales domesticas en la localidad de Chibaya baja – Torata – Moquegua”, Surge frente a la preocupación que en la actualidad los proyectistas que elaboran proyectos de saneamiento rural están planteando sistema de disposición sanitaria de excretas y tratamiento de aguas residuales domesticas con biodigestores, sin saber la eficiencia de tratamiento. La inadecuada disposición de aguas residuales y excretas son los problemas más serios en las zonas rurales, en nuestro país es elevada la incidencia de enfermedades diarreicas y otras relacionadas con el consumo de agua y alimentos contaminados, higiene deficiente, aguas negras sin tratar dispuestas inadecuadamente.

El tratamiento de las aguas residuales domésticas puede llevarse a cabo mediante diversos métodos. Estos pueden alternarse de diferentes maneras, lo que ofrecerá como resultado diferentes secuencias de operación y procesos. Todos estos se basan en fenómenos físicos, químicos y biológicos. Sin embargo, casi todas las plantas de tratamiento de aguas residuales se conciben con base en procesos biológicos. En este trabajo se determinó la eficiencia de tratamiento de aguas residuales domesticas con biodigestores, basado en evaluaciones y análisis realizados en campo, considerando diferentes factores externos que influyen en el tratamiento de aguas residuales como pueden ser: temperatura, operación y mantenimiento, usos del agua, entre otros. En la cual se detalla con claridad el tratamiento de las aguas residuales domésticas, conociendo la eficiencia del biodigestor en climas seco cálidos, nos permite optar por tecnologías de disposición de excretas adecuadas a la zona.

1.1 Problema General:

¿La eficiencia de los biodigestores es aceptable en el tratamiento de aguas residuales domesticas?

1.1.1. Problemas Específicos:

¿Cuál es la eficiencia del biodigestor en el tratamiento de aguas residuales domesticas?

¿Cómo desarrollan, las actividades de operación y mantenimiento?

1.2 Hipótesis del trabajo

1.1.2. Hipótesis General:

El biodigestor presenta alta eficiencia en el tratamiento de aguas residuales domesticas en la localidad de Chibaya baja – Torata.

1.1.3. Hipótesis Específica:

Las aguas residuales tratadas se encuentran dentro de los LMP.

Existe el conocimiento de operación y mantenimiento de los biodigestores.

1.3 Objetivos del trabajo

1.3.1. Objetivo general

Determinar la eficiencia del biodigestor a través de una evaluación del tratamiento de las aguas residuales domésticas, en la localidad de Chibaya Baja.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar la eficiencia de tratamiento de aguas residuales domésticas.

Determinar la correcta operación y mantenimiento del biodigestor.

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

2.1.1. ANTECEDENTE EN LATINOAMERICA:

Calderon de Leon, (2014), indica que luego de cinco años de funcionamiento (sin extracción de lodos) el biodigestor comercial en la localidad de colonia militar Aurora II, zona 13 de la ciudad de Guatemala, presenta una eficiencia media de remoción en los sólidos totales en suspensión del 75 % con una desviación estándar del 14 %. Esta eficiencia presenta una carga de sólidos en suspensión media de 38 mg/l, cumpliendo la normativa vigente de 100 mg/l. La DBO₅ de efluente es 126,86 mg/l, que presenta una eficiencia media de remoción del 47 %, con 9 % de desviación estándar, quedando por debajo del 60 % de remoción ofertado por el fabricante. DBO₅ con el 47 %, de eficiencia, esto a un caudal tratado de 1,100 litros/día.

La remoción de la DQO de efluente es 175.86 mg/l, esta se estableció en 57 %, con una desviación estándar de 11 %, la normativa guatemalteca contempla el valor máximo en 250 mg/l para la primera etapa, cuya fecha máxima de cumplimiento se establece el 2 de mayo del 2015, incumpliendo para la etapa dos que establece un valor máximo de 100 mg/l. La eficiencia inicial y a cinco años de funcionamiento presenta un comportamiento similar la DBO₅, los sólidos sedimentables presenta una leve disminución en su eficiencia media, debido a que existen desprendimientos ocasionales de la capa biológica adherida sobre los anillos PET, modificando su eficiencia media. Hay un mejor comportamiento a cinco años plazo de la remoción de sólidos totales en suspensión, pasando de un 41 % a 75 %, esto puede atribuirse al crecimiento de la capa biológica en el filtro percolador, que atrapa los sólidos en

suspensión. Respecto a la DQO, existe una disminución en su remoción del 10 %, sin embargo, este parámetro queda dentro de la desviación estándar del 11 %, puede estar dentro de la variación normal de su eficiencia.

Cortes Castillo & Meza Garcia, (2015), realizaron el análisis de laboratorio por parte de la Universidad de Nariño en la reserva natural de Nukanchi de la minga Asorquidea, perteneciente a la Asociación para el Desarrollo Campesino (ADC), ubicada en la vereda Tacuaya del Municipio de Yacuanquer, Colombia. Donde se obtuvo los siguientes resultados de los parámetros DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno) y DQO (Demanda Química de Oxígeno) mostrando una remoción del afluente y efluente del biodigestor para DBO con un 41% y DQO con el 79%. Esta remoción del biodigestor no cumple con la normativa para vertidos a cuerpos de agua según la norma (decreto 3930 de 2010) que establece que la remoción del sistema de tratamiento debe ser mínimo del 80% en carga DBO. Es por ello que los estanques que complementan el sistema de tratamiento son necesarios no solo para alimentar a los animales mediante la producción de plantas acuáticas, si no para mejorar la calidad del agua. En el análisis de agua con plantas acuáticas se obtuvo un valor de reacción del DBO con un 95% y DQO con el 76%. Como se aprecia en los resultados antes mencionados, se evidencia una disminución significativa de los parámetros analizados en los sistemas de tratamiento del biodigestor y los estanques.

Osorio Saraz, Ciro Velazquez, & Gonzales Sanches, (2007), indica que existe una relación de dependencia entre el pH de salida, las remociones en DBO, DQO, SST y la producción de biogás, que permiten predecir la tendencia del comportamiento de la carga contaminante en función de la producción de biogás. Con este sistema en serie en clima frío, con temperaturas promedio de 16°C y un tiempo de retención de 45 días, se pueden esperar remociones promedio de DBO, DQO y SST del 97,4%, 96,1% y 95,1% respectivamente, y

pH a la salida cercanos a la neutralidad, cuyos resultados son un indicativo de la alta eficiencia del sistema tanto en producción de biogás, como en remoción de carga contaminante.

Rivero Chávez, Pedroza Sandoval, & Cabrera Maldonado, (2007), Concluyen que el biodigestor se construyó mediante un procedimiento sencillo y económico. El espacio que ocupa es reducido mostrándose como una alternativa viable para instalar este tipo de sistemas en casas habitación.

Trejo Lizama et al., (2014), Mencionan que los valores de remoción encontrados en el presente trabajo se encuentran 7 puntos porcentuales por debajo de los valores de referencia de sólidos volátiles totales, que representa la fracción de materia orgánica de los sólidos tratados en el biodigestor. Más del 50 % de las granjas evaluadas presentaron valores similares o mayores a los parámetros de referencia. La eficiencia de remoción de la materia orgánica de las descargas de aguas residuales porcinas por medio de los biodigestores en el estado de Yucatán se encuentra cerca a los valores de referencia. Sin embargo se requieren tratamientos complementarios para continuar con el tratamiento de aguas residuales.

2.1.2. ANTECEDENTE EN EL PERU:

Megia Arias & Perez Sinchi, (2016), indican que las aguas residuales tratadas por el biodigestor en la sub estación Cotaruse – Apurímac. No cumplen con los límites máximos permisibles para efluentes en los siguientes parámetros DBO₅, DQO, Coliformes termotolerantes, por tal motivo no deben ser vertidos en cuerpos de aguas como ríos, lagos o mar. El biodigestor prefabricado no podría considerarse como un biodigestor propiamente dicho porque no se dio la digestión anaerobia en forma eficiente y por lo tanto no se comprobó la producción de biogás, ni bioabonos óptimos para la agricultura.

Según Nina Mamani, (2015), la eficiencia de remoción del sistema de tratamiento de aguas residuales en biodigestores en la comunidad de Oquebamba – Espinar – Cusco. Es alta para la fase primaria, con un 71% de remoción para DBO, 69% DQO, 76% de SST, 64% Coliformes totales, 87% Coliformes Fecales, encontrándose por encima de los límites máximos permisibles según D.S. N° 003 – 2009 – MINAM.

El dimensionamiento del biofiltro (Humedal Artificial-Wetlands), se realizó en función de algunos parámetros intervinientes como, la temperatura, DBO afluente proveniente del biodigestor, y DBO efluente deseado, según D.S. N°003-2009 MINAM., aquí también se consideró factores externos tales como la profundidad de raíz de la planta que estará presente, en este caso se escogió a la totora como filtro biológico de 0.50 m, porosidad efectiva del medio fracción decimal (0.70), caudal promedio de 0.18 m³/día, para el biodigestor piloto de evaluación. Las dimensiones finales que se le otorga al biofiltro es como sigue, un área hidráulica de 1.40 m², longitud aconsejable de 1.40 m, y un ancho de 1.00 m, altura conservadora de 0.50 m, realizando los cálculos utilizado las formulas anteriormente mencionadas se obtuvo el tiempo de residencia hidráulica de 3 días, tratándose de un tratamiento de aguas residuales en su fase secundaria y definitiva.

Según Espillico Condori, (2014), la eficiencia de los biodigestores es aceptable en la comunidad Alto Ayraucollana – Espinar – Cusco. En base a los resultados obtenidos del laboratorio conforme al rendimiento del biodigestor en el tratamiento de excretas cuyo parámetros evaluados son: DBO5 21.80%, DQO 23.03%, Aceites y Grasas 51.96%, Sólidos totales en suspensión 51.39%. También se determinó la eficiencia de remoción de Coliformes Totales 47.00% y Coliformes Fecales 32.15%. Se realizó la comparación de parámetros evaluados con los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM, en el decreto

supremo N° 003-2010, los cuales deben cumplir para ser descargados a cuerpos receptores sin generar contaminación.

2.1.3. ANTECEDENTE EN LA REGION:

Mancha Cutipa, (2015), indica que los Biodigestores Autolimpiables, en el centro poblado de Sanquira – Yunguyo – Puno. No son del todo eficientes en cuanto a la remoción de las aguas residuales, como se indica en el manual de instalación del biodigestor de una marca conocida, más que todo en las zonas alto andinas donde la temperatura es baja, pero en la actualidad las diferentes entidades están proponiendo este tipo de proyectos. La DBO₅ tiene una concentración del efluente de 295.10 mg/L que es superior a 100 mg/L de los LMP (MINAM, D. S. Nro. 003-2010). La DQO en el efluente es de 602.20 mg/L que mucho mayor que MINAM establece como límite máximo permisible sea de 200 mg/L. Otros parámetros si cumplen los límites máximos permisibles, tales como aceites y grasas (LMP 20mg/l, analizados 4.57mg/l), pH (LMP 6.5 - 8.5und, analizados 7.53und), sólidos suspendidos totales (LMP 150mg/l, analizados 78.1mg/l), a excepción de los coliformes termotolerantes.

MARCO TEORICO

2.2 EVALUACION:

Según Galvez, (2007), señala que en el lenguaje cotidiano, el concepto de evaluación es polisémico porque esta se impone o no en la práctica según las necesidades mismas de la evaluación y en función de las diferentes formas de concebirla en efecto, puede significar tanto estimar y calcular como valorar o apreciar. Quizás en este sentido, conviene no olvidar tampoco desde la dimensión pedagógica las implicancias polivalentes del termino: la evaluación hace referencia a un proceso por medio del cual algunas o varias características de un alumno, de un grupo de estudiantes o un ambiente educativo, objetivos materiales profesores, programas, etc., reciben la atención de quien evalúa, se analizan y se valoran sus características y condiciones en función de parámetros de referencia para emitir un juicio que sea relevante para la educación.

Baca Urbina, (2001), considera que evaluar es fijar el valor de una cosa, para hacerlo se requiere efectuar un procedimiento mediante el cual se compara aquello a evaluar respecto de un criterio o patrón determinado.

Tobon, (1986), la evaluación es el proceso de operación continua, sistemática, flexible y funcional, que al integrarse al proceso de intervención profesional, señala en qué medida se responde a los problemas sobre los cuales interviene y se logran los objetivos y las metas; describiendo y analizando las formas de trabajo, los métodos y técnicas utilizadas y las causas principales de logros y fracasos. La evaluación exige un proceso metodológico que tiene que responder a una serie de interrogates que permitan dimensionar la razón de ser de dicha herramienta, para lo cual habría que plantear:

¿Para qué Evaluar? ¿Qué Evaluar? ¿Cuándo Evaluar? ¿Quién Evalúa? ¿Cómo Evaluar?

La respuesta a cada pregunta, intenta que la evaluación sea pensada y repensada como un procedimiento sistemático, técnicamente diseñado y operativo para la realización de la práctica profesional y los fines de investigación social que se planteen como necesarios para la intervención del trabajo social.

Comite, (1988), entiende a la evaluación como un “enjuiciamiento sistémico sobre el valor o mérito de un objeto, para tomar decisiones de mejora”. Tres cuestiones pueden resaltar en esta definición. La primera es que la idea de enjuiciamiento sistemático nos lleva a una concepción procesual de la propia evaluación. La segunda es la que otorga verdadera potencia a la concepción educativa de la evaluación, definida aquí en su objetivo último, cual es la toma de decisiones de mejora. La tercera que el enjuiciamiento no se refiere exclusivamente al producto (valor) si no que se extiende al mérito, es decir a los condicionamientos de diversa índole que han intervenido en el proceso.

2.3 EFICIENCIA:

Serra, (1985), establece que la palabra eficiencia proviene del latín “efficientia” que puede aludir a “completar, acción, fuerza o producción”. La eficiencia es la capacidad de hacer las cosas bien, la eficiencia comprende un sistema de pasos e instrucciones con los que se puede garantizar la calidad en el producto final de cualquier tarea. La eficiencia depende de la calidad humana o motora de los agentes que realizan la labor a realizar, para expedir un producto de calidad, es necesario comprender todos los ángulos desde donde es visto, a fin de satisfacer todas las necesidades que el producto pueda ofrecer.

2.4 AGUAS RESIDUALES

Las aguas residuales son todas aquellas que se han utilizado para cualquier proceso y se ha alterado su calidad. Pueden incluir todo tipo de aguas que vayan a parar al drenaje público (Sans Fonfria & Ribas, 1989).

Según el RNE, (2017), Se menciona que las aguas residuales son: Aquellas aguas que han sido usadas por una comunidad o industria y que contienen material orgánico o inorgánico disuelto o en suspensión.

Seoanez, (1995), define a las aguas residuales como todos aquellos líquidos que provienen de las actividades humanas y que llevan en su composición un gran porcentaje de agua y que en su gran mayoría son vertidos a cursos o masas de aguas continentales o marinas.

2.5 AGUAS RESIDUALES DOMESTICOS

Lacrampe, (1992), Menciona que las aguas residuales domésticas, son las aguas de origen principalmente residencial y otros usos similares que en general son recolectados por sistemas de alcantarillado en conjunto con otras actividades (comercial, servicios, industria). Contiene principalmente desechos humanos, animales y otros de tipo casero, además deben agregarse las aguas provenientes de infiltraciones subterráneas.

Según el RNE, (2017). Se menciona que las aguas residuales domesticas son: aguas de origen doméstico, comercial e institucional que contiene desechos fisiológicos y otros provenientes de la actividad humana.

2.5.1. CARACTERISTICAS DE LAS DOMESTICAS AGUAS RESIDUALES.

El conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales es esencial para el proyecto y funcionamiento de las instalaciones de tratamiento.

Según Metcalf & Eddy, (1995), la composición de las aguas residuales se refiere a las cantidades de constituyentes físicos, químicos y biológicos presentes en las aguas residuales. En este apartado se presentan datos sobre los diferentes constituyentes de las aguas residuales y de los fangos sépticos. La tabla 1 presenta datos típicos de los constituyentes encontrados en el agua residual doméstica. En función de las concentraciones de estos constituyentes podemos clasificar el agua residual como concentrada, media o débil. Tanto los constituyentes como sus concentraciones presentan variaciones en función de la hora del día, el día de la semana, el mes del año y otras condiciones locales. Los datos de la tabla 1 pretenden solamente servir de guía, y no como base de proyecto.

Tabla 1 Composición típica del agua residual doméstica bruta (mg/l)

Componente	Fuerte	Media	Débil
Sólidos totales	1200	720	350
Sólidos disueltos	950	500	250
Sólidos disuelto fijos	525	300	145
Sólidos disueltos volátiles	325	200	105
Sólidos suspendidos	350	220	100
Sólidos fijos	75	55	20
Sólidos volátiles	275	165	80
Sedimentables	20	10	5
DBO	400	220	110
COT	290	160	80
DQO	1000	500	250
Nitrógeno Total	85	40	20
Nitrógeno Orgánico	35	15	8
Nitrógeno Amoniacal	50	25	12
Nitritos	0	0	0
Nitratos	0	0	0
Fósforo Total	15	8	4
Fósforo Orgánico	5	3	1
Fósforo Inorgánico	10	5	3
Cloruros	100	50	30
Alcalinidad	200	100	50
Grasas y Aceites	150	100	50

FUENTE: (Metcalf & Eddy, 1995)

A. CARACTERISTICAS FISICAS:

A.1. Sólidos

El agua residual contiene distintos tipos de materiales sólidos que van desde hilachas hasta materiales coloidales, en la caracterización de las aguas, los materiales más gruesos son removidos usualmente antes de analizar los sólidos (Crites & Tchobanoglous, 2000).

- Sólidos totales (ST): Son los residuos remanentes después que la muestra ha sido evaporada y secada a una temperatura específica (103 a 105 °C)
- Sólidos suspendidos totales (SST): Son una fracción de los ST retenidos en un filtro con un tamaño específico de filtro medida después de que se ha secado a una temperatura específica.
- Sólidos disueltos totales (SDT): son aquellos que pasan a través del filtro, que son evaporados y secados a una temperatura específica, la medida comprende coloides y SD.
- Sólidos sedimentables: Son sólidos suspendidos que se expresan como milímetros por litros, los cuales se sedimentan fuera de la suspensión dentro de un rango de tiempo específico (Crites & Tchobanoglous, 2000).

A.2. Turbiedad

Se toma como una medida de las propiedades de la dispersión de la luz en el agua, usualmente se utiliza para indicar la calidad de las aguas naturales y las aguas residuales tratadas haciendo relación al material en suspensión. La medición se realiza por comparación entre la intensidad de luz dispersa en una muestra y la luz dispersa por suspensión de contraste en las mismas condiciones (Crites & Tchobanoglous, 2000).

El material suspendido impide el paso de luz, ya que esta la absorbe o dispersa, un factor clave es el tamaño de la partícula sobre la turbiedad, donde la mayor turbiedad está relacionada a partículas de tamaño inferior a 3 μm y con partículas de tamaño entre 0.1 y 1.0 μm (Crites & Tchobanoglous, 2000).

A.3. Color

El color en las aguas residuales es causado por los sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución. El color causado por los sólidos suspendidos es llamado color aparente y el que es causado sustancias disueltas y coloidales se denomina color verdadero, este último se obtiene al filtrar la muestra. El color se determina comparando el color de la muestra y el color que se produce por soluciones de diferentes concentraciones de cloroplatinato de potasio (K_2PtCl_6) (Crites & Tchobanoglous, 2000).

De forma cualitativa el color es usado para estimar la condición general en la que se encuentra el agua residual. Por ejemplo, si se tiene un color café claro aproximadamente son 6 horas después de haber una descarga, caso contrario de un color gris claro es cuando el agua residual ya ha sufrido un grado de descomposición o que tienen un tiempo corto en los sistemas de recolección (Crites & Tchobanoglous, 2000).

A.4. Olor

El olor del agua residual se genera por una gran variedad de compuestos malolientes que son liberados cuando se produce degradación biológica bajo condiciones anaerobias de las aguas. El principal compuesto es el sulfuro de hidrógeno aunque se generan otros compuestos que producen olores más fuertes como indol, eskatol y mercaptanos (Crites & Tchobanoglous, 2000).

A.5. Temperatura

Generalmente la temperatura del agua residual es mayor que a la del abastecimiento, esto como consecuencia de la incorporación de agua caliente proveniente de las descargas domésticas. Esta medición es importante ya que en los sistemas de tratamiento de aguas residuales hay procesos biológicos que dependen de la temperatura. También afecta directamente las reacción químicas y las velocidades de reacción, la vida acuática y procesos biológicos de los sistemas (Crites & Tchobanoglous, 2000).

A.6. Densidad

Se define la densidad de un agua residual como su masa por unidad de volumen, expresado kg/m^3 . Es una característica física importante del agua residual dado que de ella depende la potencial formación de corrientes de densidad en fangos de sedimentación y otras instalaciones de tratamiento. La densidad de las aguas residuales domesticas que no contengan grandes cantidades de residuos industriales es prácticamente la misma que la del agua a la misma temperatura. En ocasiones se emplea como alternativa a la densidad el peso específico del agua residual, obtenido como cociente entre la densidad del agua residual y la densidad del agua. Ambos parámetros, la densidad y el peso específico dependen de la temperatura y varían en función de la concentración total de sólidos en el agua residual (Metcalf & Eddy, 1995).

A.7. Conductividad

Es la medida de la capacidad de una solución para transmitir la corriente eléctrica. Actualmente la importancia de este parámetro es para determinar la posibilidad de uso de una para riego. Esta se expresa en microohms por centímetro (Crites & Tchobanoglous, 2000).

B. CARACTERISTICAS QUIMICAS:

Los constituyentes químicos dentro de las aguas residuales frecuentemente se clasifican en inorgánicos y orgánicos. Los compuestos inorgánicos incluyen elementos individuales y una variedad de nitratos y sulfatos. Los constituyentes inorgánicos de mayor interés comprenden nutrientes, compuestos no metálicos, metales y gases. En el caso de los compuestos orgánicos no pueden ser clasificados de forma separada; son de vital importancia en el tratamiento, vertido y reutilización de aguas residuales de la misma manera los compuesto orgánicos específicos (Crites & Tchobanoglous, 2000).

B.1. Materia orgánica

Cerca del 75% de los sólidos en suspensión y del 40% de los sólidos filtrantes de un agua residual de concentración media son de naturales orgánica. Son sólidos que provienen de los reinos animal y vegetal, así como de las actividades humanas relacionadas con la síntesis de compuestos orgánicos. Los compuestos orgánicos están formados normalmente por combinaciones de carbono, hidrogeno y oxígeno, con la presencia, en determinados casos de nitrógeno. También pueden estar presente otros elementos como azufre, fosforo o hierro. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas 40-60 %, hidratos de carbono 25-50 %, y grasas y aceites 10 %. Otro compuesto orgánico con importante presencia en el agua residual es la urea, principal constituyente de la orina. No obstante debido a la velocidad del proceso de descomposición de la urea raramente está presente en aguas residuales que no sean muy recientes (Metcalf & Eddy, 1995).

B.1.1. Proteínas:

Las proteínas son los principales componentes del organismo animal, mientras que su presencia es menos relevante en el caso de organismos vegetales, están presentes en todos los alimentos de origen animal y vegetal cuando estos están crudos (Metcalf & Eddy, 1995).

B.1.2. Hidrato de carbono:

Los hidratos de carbono incluyen azúcares, almidón, celulosa y fibra de madera, compuestos todos ellos presentes en el agua residual. Los hidratos de carbono contienen carbono, oxígeno e hidrógeno (Metcalf & Eddy, 1995).

B.1.3. Grasas y aceites

El contenido de estas en aguas residuales se determina por una extracción de muestra de residuo con triclorotrifluoroetano, químicamente tanto las grasas y aceites de origen vegetal o animal son similares, ya que básicamente son ésteres compuestos de ácidos grasos, alcohol y glicerina. Aquellos que se encuentran en estado líquido a temperatura ambiente denominados aceites y los que se han convertido en sólido llamados grasas. La presencia de estos causan muchos problemas en tanque sépticos, en sistemas de recolección y en el tratamiento de aguas residuales (Crites & Tchobanoglous, 2000).

B.1.4. Medidas del compuesto orgánico:**• Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):**

Es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar (estabilizar) la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias. La DBO es el parámetro más usado para medir la calidad de aguas residuales y superficiales, para determinar la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, para diseñar unidades de tratamiento biológico, para evaluar la eficiencia de los procesos de

tratamiento y para fijar las cargas orgánicas permisibles en fuentes receptoras (Romero Rojas, 2004).

- **Demanda química de oxígeno (DQO):**

Se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte, por lo general el dicromato de potasio, en un medio de ácido y a alta temperatura. Para la oxidación de ciertos compuestos orgánicos resistentes se requiere la ayuda de un catalizador como sulfato de plata (Romero Rojas, 2004).

B.2. MATERIA INORGANICA:

Los componentes inorgánicos de las aguas residuales y naturales que tienen importancia para la determinación y control de la calidad del agua.

B.2.1. PH (potencial de hidrogeno)

El intervalo adecuado de pH para que se desarrolle la vida tiene un margen estrecho, en un rango de pH 5 y 9, las aguas residuales con valores menores a 5 y superiores a 9 tienen un tratamiento más complicado mediante agentes biológicos. Si dicho pH del agua residual tratada no es ajustado antes de ser vertido nuevamente al cuerpo de agua, el pH de este cuerpo receptor será alterado; de allí la necesidad de que los efluentes de las plantas de tratamiento deben ser descargados dentro de los límites específicos para descargas a cuerpos receptores (Crites & Tchobanoglous, 2000).

B.2.2. Cloruros

Los cloruros en las aguas residuales son un parámetro importante relacionado con la reutilización de esta, estos en condiciones naturales provienen de los cloruros lixiviados de las rocas y los suelos con los que se tienen contacto. En las aguas residuales los Cloruros son

añadidos como consecuencia del uso, las heces humanas tienen un aporte aproximado de 6g de cloruros por persona/ día (Crites & Tchobanoglous, 2000).

B.2.3. Alcalinidad

Esta se define como la capacidad del agua para neutralizar ácidos. En aguas residuales, la alcalinidad estará ligada a la presencia de hidróxidos (OH⁻), carbonatos (CO₃⁻²) y bicarbonatos (HCO₃⁻) de elementos como el calcio, magnesio, sodio, potasio y del ion amonio, la alcalinidad en las aguas residuales ayuda a regular las variaciones en el pH causado por la adición de ácidos. Las aguas residuales comúnmente poseen cierta alcalinidad que se obtiene por el origen mismo de las aguas (Crites & Tchobanoglous, 2000).

B.2.4. Nitrógeno

La importancia del nitrógeno radica en que es esencial para la síntesis de proteínas, necesitan conocer sobre la presencia de este nutriente para evaluar el tratamiento del agua residual mediante procesos biológicos. El contenido total de nitrógeno está compuesto por nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos y nitrógeno orgánico (Crites & Tchobanoglous, 2000).

B.2.5. Fósforo

Este elemento tiene relevancia en el crecimiento y desarrollo de distintos organismos en un cuerpo de agua, pero ya en cantidades excesivas provoca una proliferación de algas y otros organismos biológicos perjudiciales. Las formas más comunes en las que se puede encontrar el fósforo son los ortofosfatos, polifosfatos y fósforo orgánico. Los ortofosfatos más comunes de las aguas residuales están disponibles para el metabolismo biológico sin necesidad de que los organismos tengan que realizar una ruptura posterior del mismo (Crites & Tchobanoglous, 2000).

B.2.6. Azufre

Este se puede encontrar de forma natural tanto en las aguas naturales como en las aguas residuales. Es un elemento indispensable para la síntesis de proteínas en los organismos, por este motivo se libera cuando existe degradación de las mismas, los sulfatos reducen biológicamente a sulfuros en condiciones anaerobias y forman sulfuro de hidrógeno (H_2S) al combinarse con el hidrógeno (Crites & Tchobanoglous, 2000).

B.2.7. Metales

Los metales tienen interés en la parte de tratamiento, reutilización y vertimiento de los lodos y efluentes ya tratados, ya que todos los organismos necesitan para su adecuado desarrollo elementos tales como hierro, cromo, cobre, zinc en diferentes cantidades. Aunque los metales estén en cantidades micro o macro y sean necesarios para el desarrollo biológico, estos pueden convertirse en tóxicos cuando se presentan en cantidades elevadas (Crites & Tchobanoglous, 2000).

B.3. Gases

Se determinan gases disueltos tales como amoníaco, dióxido de carbono, sulfuro de hidrógeno, metano y oxígeno, esto con la finalidad de ayudar en la operación de sistemas de tratamiento de aguas residuales. Las mediciones de oxígeno disuelto y amoníaco se realizan para monitorear y controlar los procesos que tengan un tratamiento biológico aerobio (Crites & Tchobanoglous, 2000).

B.3.1. Oxígeno disuelto

Es uno de los parámetros clave de la medición de la calidad del agua, los valores de oxígeno varían de 7 a 9 mg/L. La principal fuente de oxígeno es el aire en difusión con el agua, por la turbulencia en los cuerpos de agua y por el viento. Por ejemplo, en los lagos la

fotosíntesis es la fuente más importante y en los ríos el nivel de turbulencia que estos posean, determinará tanto la producción primaria como su grado de eutrofización (Roldán, 2003).

Así que la estimación de la contaminación orgánica del agua es compleja, ya que la oxidación de la materia orgánica conduce a un agotamiento del oxígeno disuelto disponible en el cuerpo de agua. Al medir la concentración de oxígeno disuelto, se puede obtener una estimación de cuál es la cantidad de sustancias orgánicas oxidables dentro de ésta (Llorca & Bautista, 2006).

B.3.2. Metano

El principal subproducto de la descomposición anaerobia de la materia orgánica del agua residual es el gas metano. El metano es un hidrocarburo combustible de alto valor energético, incoloro e inodoro. Normalmente no se encuentra en grandes cantidades en el agua residual, puesto que pequeñas cantidades de oxígeno tienden a ser tóxicas para los organismos responsables de la producción del metano. No obstante en ocasiones, se produce metano como resultado de un proceso de descomposición anaerobia que puede darse en depósitos acumulados en el fondo (Metcalf & Eddy, 1995).

B.3.3. Sulfuro de hidrógeno:

El sulfuro de hidrógeno se forma durante el proceso de descomposición de la materia orgánica que contiene azufre, o en la reducción de sulfitos y sulfatos minerales. Es un gas incoloro, inflamable, con un olor típicamente característico que recuerda al de huevos podridos. El ennegrecimiento del agua residual y de fango se debe, generalmente, a la formación de sulfuro de hidrógeno que se combina con el hierro para formar sulfuro ferroso (fes) u otros sulfuros metálicos (Metcalf & Eddy, 1995).

C. Características biológicas:

Las características biológicas tienen una alta importancia en el control de enfermedades que sean causadas por organismos patógenos de origen humano y por la proliferación o desarrollo de bacterias y otros microorganismos dentro de la descomposición y estabilización de la materia orgánica tanto en el medio natural como en una planta de tratamiento de aguas residuales (Crites & Tchobanoglous, 2000).

C.1. Bacterias

Muchas bacterias son inofensivas en el tracto intestinal pero al estar un individuo infectado al momento de excretar en las heces se encuentran una gran cantidad de bacterias patógenas, contaminando de esta manera las aguas residuales domésticas. Los grupos de bacterias más comunes que se pueden encontrar en las aguas residuales domésticas son del género *Salmonella*, del género *Shigella* y *Escherichia coli* (Crites & Tchobanoglous, 2000).

C.1.1. Bacterias Coliformes

- **Coliformes totales**

Los coliformes totales se definen como bacilos Gram negativos, aerobios o anaerobios facultativos, no esporulados que pueden desarrollarse en presencia de sales biliares y otros agentes tensoactivos con propiedades similares de inhibición del crecimiento, no tienen citocromo oxidasa y son capaces de fermentar la lactosa con producción de ácido, gas y aldehído a 35 °C o 37 °C, en un período de 24 a 48 horas. Por definición, las bacterias coliformes presentan actividad de la β - galactosidasa. Se pueden encontrar tanto en las heces como en el medio ambiente y en el agua para consumo con concentraciones de 1 (Mora Alvarado & Mata Solano, 2003).

- **Coliformes fecales**

Los coliformes fecales o termotolerantes son bacterias anaeróbicas facultativas, no esporuladas, Gram negativas, que pueden fermentar la lactosa a $44,5 \pm 0,2$ °C, en un período de 24 horas. Comprenden el género *Escherichia* y en menor grado especies de *Enterobacter*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. Están presentes en grandes cantidades en las heces de animales de sangre caliente y del ser humano. Su presencia en aguas o alimentos sirve de indicador indirecto de contaminación fecal y del riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas intestinales. La presencia de los coliformes termotolerantes y en especial la de *E.coli*, indica contaminación fecal reciente (Mora Alvarado & Mata Solano, 2003).

- **Escherichia Coli**

Escherichia coli pertenece a la familia de las enterobacterias, se caracteriza por poseer las enzimas β -galactosidasa y β -glucuronidasa. Se desarrolla a 44 - 45 °C en medios complejos, fermenta la lactosa y el manitol liberando ácido y gas, produce indol a partir del triptófano. Algunas cepas pueden desarrollarse a 37 °C pero no a 44– 45 °C y algunas no liberan gas. No produce oxidasa ni hidroliza la urea (Mora Alvarado & Mata Solano, 2003).

C.2. Protozoos

Entre los organismos causantes de enfermedades los protozoarios *Cryptosporidium parvum*, *Cyclospora* y *Giardia lamblia* son de gran interés ya que tienen un alto impacto sobre la población especialmente las personas con deficiencias en el sistema inmunológico y de este tipo de microorganismos son los más comunes encontrarlos en las aguas residuales (Crites & Tchobanoglous, 2000).

C.3. Helmitos

Los parásitos de esta categoría que pueden encontrarse en las aguas residuales son las lombrices intestinales, por ejemplo *Ascaris lumbricoides*, la tenía solitaria *Taenia saginata* y *Taenia solium*. La etapa infecciosa de estos varía, en algunos se presentan en el estado mayor adulto o de larva y en otros su etapa infecciosa se presenta en el estado de huevo, muchas especies resisten condiciones ambientales adversas y llegan a sobrevivir a distintos tipos de tratamientos convencionales (Crites & Tchobanoglous, 2000).

C.4. Virus

En las aguas residuales se pueden presentar las condiciones adecuadas para la proliferación de estos, se han detectado más de 100 clases diferentes de virus entéricos que pueden ser capaces de transmitir algún tipo de infección o enfermedad que provienen de las excretas. La mayoría de estos se reproducen en el tracto intestinal de individuos infectados y luego de ser expulsado en las heces se produce su desarrollo masivo (Crites & Tchobanoglous, 2000).

2.6 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:

Los principales métodos que se emplean en la actualidad para el tratamiento del agua residual son:

2.6.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR

El pre tratamiento de las aguas residuales se define como el proceso de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia pueda provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operación y sistemas auxiliares. Como ejemplo de pre tratamiento podemos citar el desbaste y la dilaceración para la eliminación de solidos gruesos y trapos, la flotación para la eliminación de grasas y aceites

y el desarenado para la eliminación de la materia en suspensión gruesa que pueda causar obstrucción en los equipos y un desgaste excesivo de los mismos (Metcalf & Eddy, 1995).

2.6.2. TRATAMIENTO PRIMARIO

En el tratamiento primario se eliminan una fracción de los sólidos en suspensión y de la materia orgánica del agua residual, esta eliminación suele llevarse a cabo mediante operaciones físicas tales como el tamizado y la sedimentación. El efluente del tratamiento primario suele contener una cantidad considerable de materia orgánica y una DBO alta. En el futuro, las plantas de tratamiento que solo incluyen tratamiento primario irán quedando desfasadas, conforme se vayan implantando las medidas de la EPA. En cuanto a la necesidad de disponer de tratamientos secundarios (Metcalf & Eddy, 1995).

2.6.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

El tratamiento secundario de las aguas residuales esta principalmente encaminado a la eliminación de los sólidos en suspensión y de los compuestos orgánicos biodegradables, aunque a menudo se incluya la desinfección como parte del tratamiento secundario. Se define el tratamiento secundario convencional como la combinación de diferentes procesos normalmente empleados para la eliminación de estos constituyentes, e incluye el tratamiento biológico con fangos activados reactores de lecho fijo, sistemas de laguna y la sedimentación (Metcalf & Eddy, 1995).

2.6.4. TRATAMIENTO TERCIARIO o TRATAMIENTO AVANZADO

El termino tratamiento avanzado tiene diversas definiciones. Es el nivel de tratamiento necesario, más allá del tratamiento secundario convencional, para la eliminación de constituyentes de las aguas residuales que merecen especial atención, como los nutrientes, los compuestos tóxicos y los excesos de la materia orgánica o de sólidos en suspensión. Además de los procesos de eliminación de nutrientes, otros procesos u operaciones unitarias

habitualmente empleadas en los tratamientos avanzados son la coagulación química, floculación, y sedimentación seguida de filtración y carbono activado. Para la eliminación de iones específicos y para la reducción de sólidos disueltos, se emplean métodos menos comunes, como el intercambio iónico o la osmosis inversa. También se emplea el tratamiento avanzado para diversas posibilidades de reutilización de las aguas residuales para las cuales es preciso conseguir efluentes de alta calidad, como puede el caso del agua empleada para refrigeración industrial o para la recarga de aguas subterráneas. En términos de calidad del efluente, algunos procesos de tratamiento natural, pueden resultar equivalentes al tratamiento avanzado de las aguas residuales (Metcalf & Eddy, 1995).

2.7 BIODIGESTOR

El biodigestor es un sistema natural que aprovecha la digestión anaeróbica (en ausencia de oxígeno) de las bacterias que ya habitan en el estiércol. El biodigestor es un sistema sencillo de implementar con materiales económicos y se está introduciendo en comunidades rurales aisladas y de países subdesarrollados para obtener el doble beneficio de conseguir solventar la problemática energética-ambiental, así como realizar un adecuado manejo de los residuos tanto humanos como animales (Anchundia Delgado & Ruiz Caicedo, 2012).

Eternit, (2012), Es un Sistema de tratamiento primario autolimpiable de aguas residuales domésticas (separación de sólidos y líquidos). Mediante un sistema de biodegradación de la carga orgánica, realiza una alta remoción de coniformes fecales y otros parámetros presentes en las aguas residuales, derivando finalmente los líquidos y sólidos tratados hacia lugares acondicionados, para que se infiltren en el suelo sin dañar la capa freática. La biodegradación de la carga orgánica se produce por la acción de las bacterias anaeróbicas que se generan durante el proceso, reduciendo significativamente la carga orgánica del desagüe residencial.

Rotoplast, (2017), El Sistema Biodigestor Autolimpiable Rotoplas es un Sistema para el tratamiento primario de aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación séptica anaerobia de la manera orgánica. El agua tratada es infiltrada hacia el terreno aledaño mediante una zanja de infiltración, pozo de adsorción y/o humedal artificial según el tipo de terreno, prueba de permeabilidad.

2.7.1. DIGESTION ANAEROBICA

Consta de un proceso de descomposición de la materia orgánica e inorgánica en ausencia de oxígeno, la metodología consiste en introducir el lodo en un tanque cerrado y en el cual liberará gas (principalmente metano). Este se calienta a través de un intercambio de calor externo (Salazar, 2003).

La digestión anaerobia consiste en un proceso fermentativo en el que la materia orgánica es transformada, en ausencia de oxígeno, por los microorganismos en dos sub productos principales que son; el biogás en su mayor parte compuesto por metano y lodo estabilizado. El proceso de degradación de materia orgánica se realiza mediante reacciones bioquímicas que tienen lugar al interior del reactor en cuatro diferentes etapas las cuales se detallan a continuación. (Centro Superior de Investigaciones Científicas, 2013).

La digestión anaeróbica es un proceso mediante el cual, una gran variedad de desechos orgánicos, en un ambiente sin aire, pueden ser convertidos en un gas combustible rico en metano, llamado "biogás", y un residuo semisólido, rico en nitrógeno, llamado "bioabono" o efluente. Sin embargo, se puede afirmar en líneas generales que la digestión anaeróbica se desarrolla en tres etapas durante las cuáles la biomasa se descompone en moléculas más pequeñas para dar biogás como producto final por la acción de diferentes tipos de bacterias (Almanza Mamani, 2011).

En el proceso de digestión anaeróbica podemos distinguir tres etapas:

Hidrólisis, acidogénesis y metanogénesis.

- **Hidrólisis**

Consiste en la solubilización de la materia orgánica cruda. Esta materia orgánica está formada principalmente por polímeros de hidratos de carbono, proteínas y lípidos y ocurre por la acción de exoenzimas secretadas por las bacterias anaeróbicas y facultativas. De esta etapa se obtienen productos orgánicos simples y solubles.

Para algunos tipos de sustratos, esta es la etapa limitante del proceso ya que hay algunos materiales no digeribles o que se digieren demasiado lento. Las especies anaeróbicas presentes en esta etapa se pueden dividir en dos clases: Las que actúan en condiciones óptimas cuando la temperatura del proceso es de 20°C a 35°C encontrando a las bacteroides y *Eubacterium* entre otros. Cuando la temperatura se eleva entre los 50°C y 60°C las bacterias que actúan forman esporas y pertenecen al género *Clostridium* (Almanza Mamani, 2011).

- **Acidogénesis**

En esta segunda etapa los productos solubles de la etapa anterior son convertidos en ácidos orgánicos volátiles de cadena corta y alcoholes producto de la acción de endoenzimas, algunos de los ácidos grasos más importantes que se forman son: ácido acético, propiónico y butírico. Sólo el ácido acético formado da origen al 70% de la producción de metano. Las bacterias acetogénicas son las encargadas de la degradación de los ácidos grasos de cadena larga (productos de la primera etapa) como los ácidos palmíticos y esteáricos para su posterior transformación a ácido acético (Almanza Mamani, 2011).

- **Metanogénesis**

En esta etapa los ácidos orgánicos simples producidos en la etapa anterior son convertidos, por acción de las bacterias metanogénicas, en sustrato para la descomposición, estabilización y producción de metano y anhídrido carbónico (Almanza Mamani, 2011).

2.7.2. EFICIENCIA DE LOS BIODIGESTORES

La medición de la capacidad degradativa se hace en base a la reducción lograda, luego del proceso de fermentación de las aguas servidas de los parámetros inicialmente medidos en el material de carga (afluente al biodigestor), parte del criterio que al no producirse cambios notables y crecientes (menos de 6 meses), en la comunidad, tales como variación de la población, establecimiento de industrias, cambio en la composición y consumo de alimentos, etc... Las muestras tanto en la entrada como en la salida del sistema de los biodigestores, pueden considerarse como pertenecientes a un mismo proceso degradativo y por lo tanto la eficiencia puede medirse según la siguiente fórmula (Villanueva Castañeda & Flores Lopez, 2013).

$$E = \frac{(VPe - VPs)}{VPe} * 100$$

Dónde:

E: Eficiencia Degradativa (%).

VPe: Valor de Parámetro de Entrada.

VPs: Valor de Parámetro de Salida.

En estos cuadros se puede observar la eficiencia de remoción que propone las empresas que fabrican los biodigestores ROTOPLAS y ETERNIT, también se muestran la eficiencia por el Reglamento Nacional de Edificaciones OS.090 (tratamiento primario).

A. Eficiencia de remoción según la empresa ROTOPLAS*Tabla 2 Eficiencia (remoción) Rotoplas*

Parámetro	Remoción	Parámetros luego del tratamiento
DBO (demanda bioquímica oxígeno)	94 %	15 – 80 mg/l
DQO (demanda química de oxígeno)	88 %	80 - 190 mg/l
Grasas y aceites	93 %	30 – 45 mg/l
SS (solidos sedimentables)	98 %	0.05 – 0.3 ml/l
Ph	Estabilizado	7.5 8.5 UpH

Fuente: manual biodigestor Rotoplas (2017)

B. Eficiencia de remoción según la empresa ETERNIT*Tabla 3 Eficiencia (remoción) Eternit*

descripción	parámetro	valor entrada	valor salida	eficiencia
	COLIFORMES FECALES	5.40e+06	2.40e+06	99.56 %
muestreo (12 meses)	DBO	444.00	149.00	66.44 %
	DQO	471.00	250.00	46.92 %
	SST	142.00	72.00	49.30 %
	ACEITES Y GRASAS	10.20	7.70	24.51 %

Fuente: manual biodigestor Eternit (2012)

C. Eficiencia de remoción según RNE – OS.090*Tabla 4 Eficiencia Norma OS.090*

Proceso de tratamiento	Remoción (%)		Remoción (ciclos \log_{10})	
	DBO	Sólidos en suspensión	Bacterias	Helmintos
Sedimentación primaria	25 – 30	40 – 70	0 – 1	0 – 1
Lodos activados (a)	70 – 95	70 – 95	0 – 2	0 – 1
Filtros percoladores (a)	50 – 90	70 – 90	0 – 2	0 – 1
Lagunas aeradas (b)	80 – 90	(c)	1 – 2	0 – 1
Zanjas de oxidación (d)	70 – 95	80 – 95	1 – 2	0 – 1
Lagunas de estabilización (e)	70 – 85	(c)	1 – 6	1 – 4

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones (2017)

2.7.3. BIODIGESTOR PREFABRICADO:

El biodigestor prefabricado es un sistema para el tratamiento primario de las aguas residuales domésticas, mediante un proceso de retención y degradación séptica anaerobia de la materia orgánica. (Rotoplas – 2017)

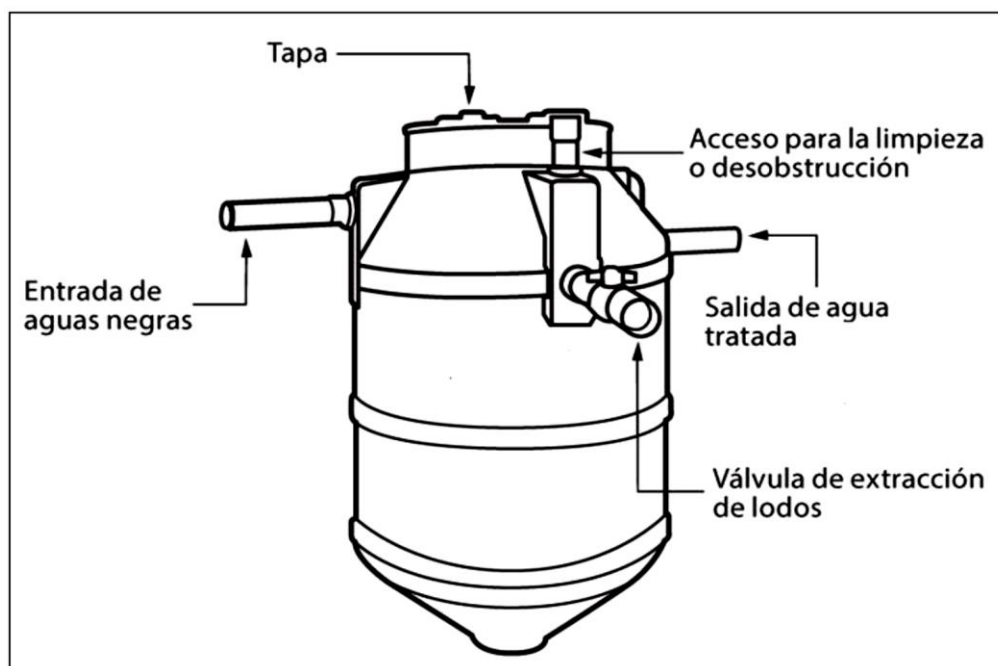


Figura 1 Biodigestor prefabricado

Fuente: Ficha técnica Biodigestor Rotoplas, 2017.

El tratamiento primario del agua residual doméstica, se refiere a procesos mecánicos para remover basura flotable y sólidos suspendidos en orden de preparar el caudal para ser tratado en las operaciones subsiguientes (J. Hernandez & Hidalgo, 2000).

La generación de gases en el biodigestor prefabricado es prácticamente imperceptible, son evacuados por el mismo sistema de ventilación del módulo sanitario, sin representar molestia alguna para el usuario. En consecuencia, el biodigestor prefabricado tiene como objetivo mejorar el tratamiento de las aguas residuales domésticas. (Rotoplast, 2017).

En la Tabla 5, se pueden apreciar las dimensiones del biodigestor prefabricado, que actualmente existen en el mercado, en función a su capacidad. (Rotoplast, 2017).

Tabla 5 Dimensiones del biodigestor en función de sus capacidades

Dimensiones						
Capacidad	(diámetro)	(altura)	(Ingreso 4")	(Salida 2")	(Salida lodos 2")	(Altura lodos)
600 L	0.88 m	1.64 m	0.25 m	0.35 m	0.48 m	0.32 m
1300 L	1.15 m	1.93 m	0.23 m	0.33 m	0.48 m	0.45 m
3000 L	1.46 m	2.75 m	0.25 m	0.40 m	0.62 m	0.73 m
7000 L	2.42 m	2.83 m	0.35 m	0.45 m	0.77 m	1.16 m

Fuente: Ficha Técnica Biodigestor Prefabricado Rotoplas, 2017

En la Tabla 6, se pueden apreciar las diferentes capacidades del biodigestor prefabricado de acuerdo al número de usuarios servidos.

Tabla 6 Número de usuarios servidos en función de las capacidades

Capacidades	600 L	1,300 L	3,000 L	7,000 L
Solo inodoro y lavadero de cocina	5	10	25	57
Desagües totales	2	5	10	23
Volumen de lodos a evacuar (máx.)	100 L	184 L	800 L	1,500 L

Fuente: Ficha Técnica Biodigestor Prefabricado Rotoplas, 2017

A. Lugares de instalación

La instalación se realiza en lugares donde no sea factible la habilitación de un sistema de alcantarillado convencional ya sea por su lejanía, topografía del terreno o grado de dispersión de la población en el área. Ejemplos: casas de playa, casas de campo, zonas rurales, subestaciones eléctricas, etc. (Rotoplast, 2017).

B. Características del biodigestor prefabricado

- ❖ El biodigestor prefabricado está elaborado de polietileno, material resistente que no se fisura y confina los excrementos de una forma segura.

- ❖ No se requiere de bombas ni medios mecánicos para la extracción de lodos, ya que cuenta con una válvula de extracción.
- ❖ No genera olores, permitiendo instalarlo dentro de las instalaciones de la sub estación.

C. Componentes del biodigestor prefabricado



Figura 2 Componentes del biodigestor

Fuente: Ficha Técnica Biodigestor Prefabricado Rotoplas, 2017

- 1: Tubería PVC de 4" para entrada de agua.
- 2: Filtro biológico con aros de plástico (pets).
- 3: Tubería PVC de 2" para salida de agua tratada.
- 4: Válvula para extracción de lodos.
- 5: Tubería PVC de 2" de acceso para limpieza y/o desobstrucción.
- 6: Tapa click de 18" para cierre hermético.
- 7: Base cónica para acumulación de lodos.

D. Instalación

Según la ficha técnica del biodigestor prefabricado (Rotoplast, 2017), los pasos para la instalación son:

❖ Localización

Es importante instalarlo en un lugar donde no exista el paso de vehículos, así como la consideración de futuras expansiones en la construcción de patios, entre otras. Evitar terrenos de relleno o sujetos a inundaciones. (Rotoplast, 2017).

❖ Ángulo de excavación en función al tipo de suelo

La excavación se debe realizar dejando como margen una pendiente que no permita el deslave de la tierra y eliminando las piedras que puedan dañar el tanque. Es necesario compactar el suelo antes de colocar el biodigestor prefabricado, la profundidad deberá ser de 10 centímetros (Rotoplast, 2017).

❖ Colocación

El biodigestor se coloca con cuidado sin dañar las conexiones, asegurándose que el mismo esté en posición vertical, se alinea la entrada y salida del agua verificando que exista un margen de por lo menos 20 centímetros de espacio libre entre el biodigestor y la pared de la excavación (Rotoplast, 2017).

❖ Relleno

Para el relleno de la excavación fuera del biodigestor, se necesita agregar 30 cm del material extraído y compactar con un aplanador manual, después se agrega 30 cm de agua dentro del biodigestor. Se repite la operación las veces que sean necesarias (Rotoplast, 2017).

❖ Registro de lodos

Se debe instalar un registro de lodos, el cual se encarga de recibir los sólidos producidos por el biodigestor. Para ello se determina la posición de la válvula donde se deja un espacio

para instalar el registro, se toma como referencia una distancia de menos de 2 centímetros entre el biodigestor y el registro de lodos. La pendiente de la tubería debe ser de 2 por ciento. El registro debe ser impermeable y contar con una tapa no hermética para así permitir el secado de los lodos y evitar que se mojen cuando llueva (Rotoplast, 2017).

E. Funcionamiento y proceso séptico

El funcionamiento del biodigestor prefabricado se puede observar en la Figura 3.

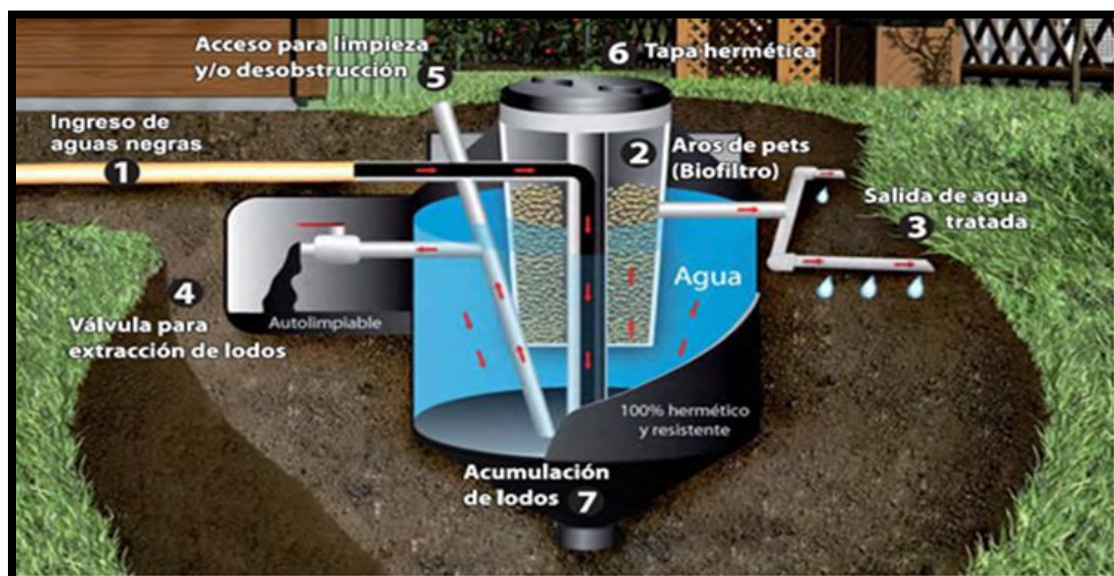


Figura 3 Funcionamientos del Biodigestor Prefabricado

Fuente: Ficha Técnica Biodigestor Prefabricado Rotoplas, 2017

El biodigestor prefabricado funciona de la siguiente manera:

- ❖ El agua ingresa por el tubo N° 1 hasta el fondo, donde las bacterias inician la descomposición.
- ❖ Luego sube y pasa por el filtro N° 2, donde la materia orgánica que asciende es atrapada por las bacterias fijadas en los anillos de plástico del filtro.
- ❖ El agua tratada sale por el tubo N° 3 hacia un área de percolación (pozo de absorción o zanja de infiltración).

- ❖ El proceso séptico comienza cuando las aguas negras se introducen al biodigestor por la conexión al desagüe y se dirigen al fondo de lodos. En esta área de lodos se va a formar una colonia de bacterias anaerobias, que van a alimentarse con las excretas.
- ❖ El fondo cónico del biodigestor permite reducir las áreas muertas y permite a lo que denominan la autolimpieza, que es la salida de lodos.
- ❖ Las aguas tratadas, al pasar por el filtro, realizan nuevamente el proceso séptico con una segunda colonia formada en los aros plásticos (PET). Al descargar estas aguas al área de percolación, culmina el proceso eliminando la presencia de olores y contaminantes.
- ❖ Los lodos resultantes de este proceso se limpian cada 12 o 18 meses dejando salir los lodos a través de la válvula para la extracción de lodos.

F. Beneficios del uso del biodigestor prefabricado

Según (Rotoplast, 2017), su uso tiene los siguientes beneficios:

- ❖ Es autolimpiable y no requiere de bombas ni medios mecánicos para la extracción de lodos. El usuario con solo abrir una válvula extrae los lodos digeridos, eliminando costos de mantenimiento.
- ❖ El sistema es netamente hidráulico.
- ❖ Es práctico de instalar porque es prefabricado, por lo que se requiere un menor volumen de excavación. Utilizable en todo tipo de terreno, fácil de transportar, instalar y supervisar. Es posible instalarlo en menos de un día.
- ❖ Es cien por ciento hermético y resistente: no se fisura y confina de una manera segura las aguas negras residuales.
- ❖ La ausencia de olores permite instalar los baños al interior de la vivienda.

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 ASPECTOS GENERALES

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el anexo de Chibaya Baja, distrito de Torata, provincia de Mariscal Nieto, departamento de Moquegua, en donde se realizó la investigación.

3.1.1. UBICACIÓN POLITICA

Región	: Moquegua
Provincia	: Mariscal Nieto
Distrito	: Torata
Sector	: Chibaya Baja

3.1.2. UBICACIÓN GEOGRAFICA

El anexo de Chibaya Baja geográficamente se encuentra entre los paralelos:

Coordenadas UTM Norte	: 8104963 m
Coordenadas UTM Este	: 305112 m
Cota	: 2020.00 msnm

3.1.3. VIAS DE ACCESO

La zona de investigación es accesible desde la localidad de Torata por la carretera Binacional a 15 kilómetros al sur de Torata y a 11 kilómetros de Moquegua, referente a la carretera Binacional se ubica en el kilómetro 22 (carretera Moquegua – Desaguadero). El sector el Molino-Tumilaca, desde este punto se inicia una trocha carrozable hacia el sector de Chibaya Baja. La ubicación de la toma de agua se encuentra a unos 10 min de la localidad de Tumilaca.

UBICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

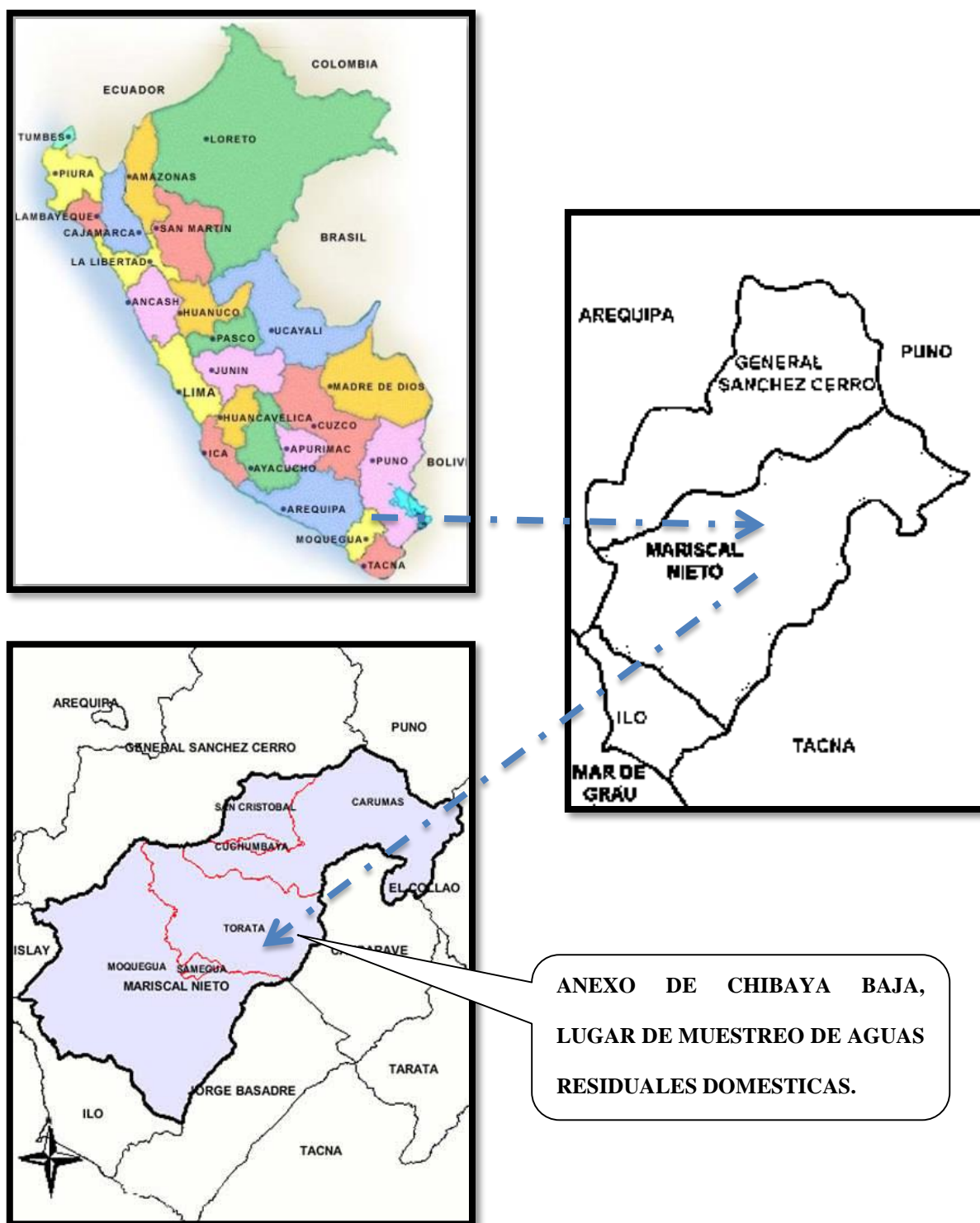


Figura 4 Ubicación del proyecto de investigación

Fuente: Elaboración propia

3.2 CARACTERISTICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.2.1. CLIMA

Su clima es templado y seco en las temporadas de otoño a invierno, caluroso en épocas de primavera, con intensas precipitaciones en la época de verano (Diciembre – Marzo), existiendo un clima bien determinado en las estaciones del año. La humedad relativa es de 57%, las temperaturas oscilan entre los 20°C y 6°C.

El clima varía de acuerdo a la altitud, Clima seco semi cálido entre los 0 y 1900 m.s.n.m., clima per-árido y semi cálido entre los 2251 y 2500 m.s.n.m., clima árido y templado entre los 2400 y 3196 m.s.n.m.

El clima de la región se encuentra a una altitud promedio de 1800 m.s.n.m. con escasas precipitaciones pluviales cálido y húmedo la mayor parte del año, la temperatura promedio es de 20 °C. La topografía del estudio es accidentada.

El valle de Torata se caracteriza por presentar condiciones térmicas regulares, su clima en general es templado, como se muestra en Cuadro siguiente de parámetros climatológicos y meteorológicos registrados en la Estación CHIBAYA BAJA hasta el año 2005, ubicada en la parte media baja del valle.

3.2.2. HIDROLOGIA

El recurso hídrico con que cuenta el sector de Chibaya Baja para el abastecimiento domestico es escaso y con la que cuentan actualmente es captado del rio Tumilaca para uso agrícola y la misma que actualmente consumen, en condiciones no aptas para el consumo humano. Este canal muchas veces, es una fuente de proliferación de roedores y otros animales, que son arrastrados poniendo en riesgo la salud de las personas acarreado una serie de enfermedades de origen microbiológico.

3.2.3. TOPOGRAFIA

La zona presenta una topografía accidentada, destacándose fuertes pendientes y variaciones de ellas por las ondulaciones que presenta.

Se asemeja a una ladera disectada por quebradas, mayormente profundas, con cauces angostos, flancos de corte recorrido

La geología de la zona es de forma irregular. Desde el punto de vista geológico, la zona está conformada por suelos transportados y aflora roca afidítica color gris a beige de buena dureza (ciertas zonas), la zona presenta pendiente y taludes considerables. En términos de ingeniería el suelo es granular y rocoso. En el Sector mayoritariamente cuenta con suelo destinado para la agricultura

3.2.4. ECONOMIA

La Principal actividad primaria desarrollada en la zona, es la agricultura y ganadería, la zona presenta niveles precarios de asociatividad, factores por los cuales limitan las oportunidades de la agroexportación.

Los Pobladores de estas zonas se dedican exclusivamente a la actividad de sus antepasados, es decir a la actividad agrícola y agropecuaria estas actividades generan ingresos a los pobladores de la zona cuyo desarrollo socio económico se ve afectado o limitado entre los mercados a nivel regional. Como segunda actividad económica son los trabajos temporales que la Municipalidad Distrital de Torata da en ejecución de obras o en mantenimientos de las mismas.

3.3 MATERIALES Y EQUIPOS USADOS

3.3.1. MATERIALES DE GABINETE

- Computadora.
- Impresora.
- Memoria USB y CDs.
- Escáner.

3.3.2. MATERIALES DE ESCRITORIO

- Materiales de impresión.
- Fichas de campo.
- Papel bond hoja A-4
- Cuaderno y lapiceros.

3.3.3. SOFTWARE QUE SE UTILIZO

- AutoCAD.
- Microsoft Office.
- Otros.

3.3.4. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS EN CAMPO.

- GPS Garmin.
- Moto Lineal.
- Fichas Técnicas de Encuesta.
- Termómetro
- Embaces de PET para la recolección de muestras.

3.4 PARA DETERMINAR LA EFICIENCIA DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS SE REALIZO LO SIGUIENTE:

3.4.1. Muestreo y evaluación de aguas residuales.

La parte experimental del presente proyecto de investigación se llevó a cabo en la localidad de Chibaya Baja, del distrito de Torata, donde se realizará el muestreo por el método de MUESTREO ALEATORIO SIMPLE de manera puntual en los afluentes y efluente del biodigestor.

A. Muestreo aleatorio simple:

La forma más común de obtener una muestra es la selección al azar. Es decir, cada uno de los individuos de una población tiene la misma posibilidad de ser elegido. Si no se cumple este requisito, se dice que la muestra es viciada. Para tener la seguridad de que la muestra aleatoria no es viciada, debe emplearse para su constitución una tabla de números aleatorios. (Behar R., 2008).

3.4.2. TOMA DE MUESTRAS PARA EL ANALISIS EN EL LABORATORIO:

La toma de muestras representativas se realizará a través del muestreo aleatorio simple, donde se recogieron 06 muestras, 02 muestras por fecha de muestreo en el afluente y efluente cada 15 días durante un mes.

A. Caudal:

Para la medición del caudal en el efluente y afluente se consideró la R.M. 192-2018-VIVIENDA, puesto que el caudal de ingreso no es constante.

La dotación de agua según la R.M. N° 192-2018-VIVIENDA "Norma Técnica de Diseño: Opciones Tecnológicas para Sistemas de Saneamiento en el Ámbito Rural", se considera para cada habitante 90 l/hab/día. En la vivienda a realizar la investigación,

constantemente viven 05 personas donde se produce a diario un caudal acumulado de 450 l/día por lo que haciendo las conversiones este valor representa 0,450 m³/día.

B. Análisis físico-químico y Bacteriológico:

El análisis fisicoquímico se realizó en el laboratorio de control de calidad de la Facultad de Ingeniería Química y el análisis bacteriológico se realizó en el laboratorio de microbiología de la Facultad de Biología de la Universidad Nacional del Altiplano – Puno.

C. Procesamiento y análisis de datos:

Para el procesamiento de datos (información recopilada), se utilizó las diferentes tecnologías y programas existentes. Una vez realizado el trabajo de campo se procedió a ordenar, clasificar la información para su posterior presentación en tablas y gráficos, luego de ello proceder analizar y describir.

Este análisis consiste en el estudio de los hechos y el uso de sus expresiones en cifras para lograr información. El objetivo es hacer explícitas las propiedades, notas y rasgos de todo tipo, en relación a las variables estudiadas, se derivan de las tablas en las que se condensa la clasificación. La interpretación intenta precisar la significación y alcance de las propiedades y rasgos.

Se señalará el modo en que se gestionarán los datos. La estructura de los ficheros, las aplicaciones estadísticas utilizadas, las pruebas que permiten contrastar la hipótesis y el nivel de significación aceptado habitualmente (Lozano Nuñez, 2011).

3.5 PARA DETERMINAR LA CORRECTA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL BIODIGESTOR SE REALIZO LO SIGUIENTE:

3.5.1. MUESTRA:

La muestra es el subconjunto de la población que se selecciona para el estudio, esperando que lo que se averigüe en la muestra nos dé una idea sobre la población en su

conjunto. Se seleccionan muestras porque normalmente no es posible o económico estudiar todos y cada uno de los sujetos de una población (Hueso Gonzales & Cascant Sempere, 2012).

R. Hernandez, Fernandez, & Baptista, (2010), afirma que, “la muestra no probabilística todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos y se obtienen definiendo las características de la población y el tamaño de la muestra, y por medio de una selección aleatoria o mecánica de las unidades de análisis”. En marco a la acepción anterior, la muestra se ha seleccionado en forma probabilística aleatoria simple, aplicando la siguiente formula:

- **para realizar la encuesta – diagnóstico se utilizó la siguiente formula:**

FORMULA:

$$n = \frac{N * (Z\alpha)^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + (Z\alpha)^2 * p * q}$$

Dónde:

N: Número total de la Población a Estudiar

Z α : 1.96 al cuadrado (Si la Seguridad es de 95%).

p: Proporción esperada (En este Caso 5%)

q: 1-p (En este 0.95)

d: Precisión (En este caso se utilizará el 5%).

$$n = \frac{14 * (1.96)^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (14 - 1) + 1.96^2 * 0.05 * 0.95}$$

n = 12, La muestra comprende 12 viviendas (jefes de familia).

3.5.2. La Encuesta:

La encuesta es una técnica destinada a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador. Para ello, a diferencia de la entrevista, se utiliza un listado de preguntas escritas que se entregan a los sujetos, a fin de que las contesten igualmente por escrito. Ese listado se denomina cuestionario. Es impersonal porque el cuestionario no lleve el nombre ni otra identificación de la persona que lo responde, ya que no interesan esos datos.

Es una técnica que se puede aplicar a sectores más amplios del universo, de manera mucho más económica que mediante entrevistas. Varios autores llaman cuestionario a la técnica misma. Los mismos u otros, unen en un mismo concepto a la entrevista y al cuestionario, denominándolo encuesta, debido a que en los dos casos se trata de obtener datos de personas que tienen alguna relación con el problema que es materia de investigación. (Alfaro R., 2012).

3.5.3. Análisis estadístico:

Esta parte del proceso de investigación consiste en procesar los datos (dispersos, desordenados, individuales) obtenido de la población objeto de estudio durante el trabajo de campo, y tiene como finalidad general resultado (datos agrupados y ordenados), a partir de cuales se realizará el análisis según los objetos y las hipótesis o preguntas de la investigación realizada. El procesamiento debe realizarse mediante el uso de herramientas estadísticas con el apoyo de la computadora, utilizando algunos de los programas estadísticos que hoy fácilmente se encuentra en el mercado (Huapaya Cruz, 2014).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se expone los resultados de la investigación según los Objetivo Específico, de acuerdo a los instrumentos y técnicas empleadas en el trabajo de campo.

4.1 RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO, QUÍMICO y BIOLÓGICOS DEL AGUA RESIDUAL DOMESTICO TRATADA Y NO TRATADA.

A. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

Tabla 7 Eficiencia de tratamiento en la (DBO) en el sector Chibaya Baja, 2018

MUESTREO Nº	FECHA	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) mg/l		
		Afluyente	Efluente	Eficiencia (%)
1	02/05/2018	388.00	159.40	58.92
2	17/05/2018	355.00	169.40	52.28
3	31/05/2018	395.80	163.30	58.74
PROMEDIO		379.60	164.03	56.79

Fuente elaboración propia

A.1. Estadísticos descriptivos: Afluyente, Efluente.

Tabla 8 Estadísticas descriptivas en la DBO.

Variable	N	Media	Error estándar de la media	Desv.Est.	Mím.	Q1	Median	Q3	Máx.
Afluyente	3	379.6	12.5	21.7	355.0	355.0	388.0	395.8	395.8
Efluente	3	164.03	2.91	5.04	159.40	159.40	163.30	169.4	169.40

Fuente elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 7 y 8, la DBO promedio o media en el afluyente fue de 379.60 mg/l, mientras en el efluente fue de 164.03 mg/l y la eficiencia de tratamiento media en el parámetro demanda bioquímica de oxígeno (DBO) es de 56.79%.

A.2. Prueba T e IC de dos muestras: Afluyente, Efluente

μ_1 : media de Afluyente μ_2 : media de Efluente Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

A.2.1. Estimación de la diferencia

Diferencia	Desv. Est. agrupada	IC de 95% para la diferencia
215.6	15.7	(179.9, 251.2)

A.2.2. Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
Valor T	GL	Valor p
16.79	4	0.000

Realizando el análisis estadístico de comparación de medias por el método T student con intervalo de confianza 95 %.

H_0 : no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

H_1 : si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

Toma de decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula

Del valor obtenido de $0.000 < 0.05$, es decir $p < 0.05$, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, luego concluimos que existen diferencias significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

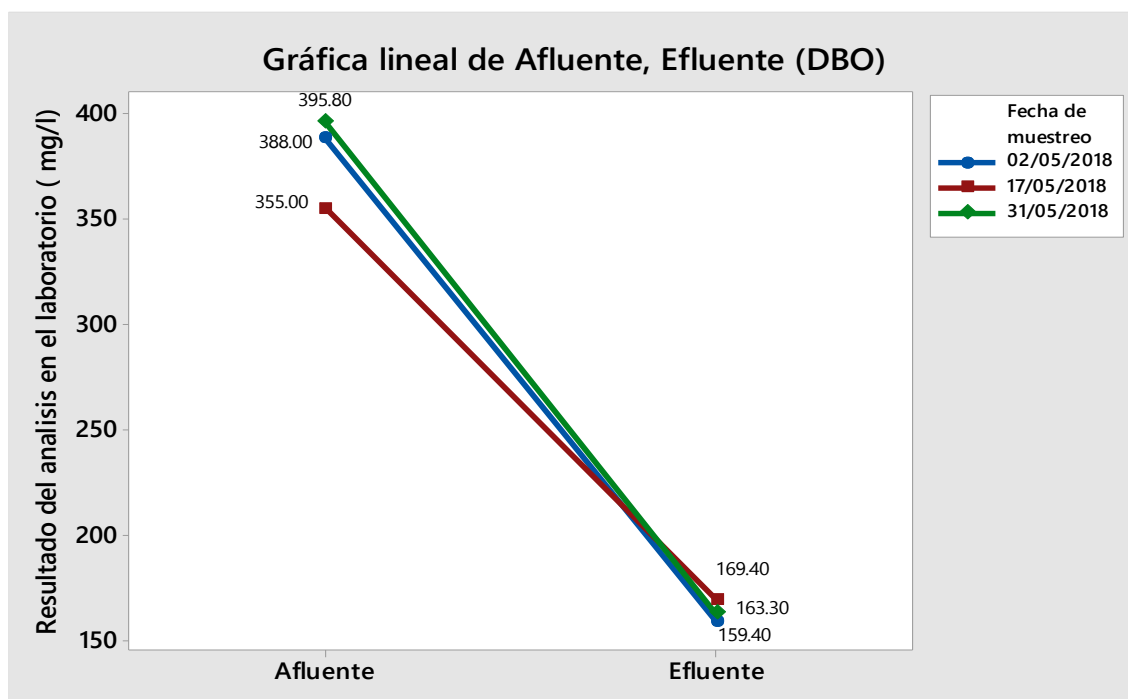


Figura 5 Grafica lineal del afluente y efluente de la DBO

Fuente: Elaboración propia - Minitab 18

En la figura 5 también se puede observar claramente que hay una disminución entre el afluente y efluente.

B. Demanda Química de Oxígeno (DQO)

Tabla 9 Eficiencia de tratamiento en la (DQO) en el sector Chibaya Baja, 2018

MUESTREO Nº	FECHA	Demanda Química de Oxígeno (DQO) mg/l		
		Afluente	Efluente	Eficiencia (%)
1	02/05/2018	807.58	420.00	47.99
2	17/05/2018	825.40	405.00	50.93
3	31/05/2018	798.00	411.00	48.50
4	PROMEDIO	810.33	412.00	49.16

Fuente elaboración propia

B.1. Estadísticos descriptivos: Afluente, Efluente.

Tabla 10 Estadísticas descriptivas en la DQO

Variable	N	Media	Error est. De la media	Desv.Est.	Mím.	Q1	Median	Q3	Máx.
Afluente	3	810.33	8.03	13.90	798.00	798.00	807.58	825.40	825.4
Efluente	3	412.00	4.36	7.55	405.00	405.00	411.00	420.00	420.0

Fuente elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 9 y 10, la DQO promedio en el afluente fue de 810.33 mg/l, mientras en el efluente fue de 412.00 mg/l y la eficiencia de tratamiento promedio en el parámetro demanda química de oxígeno (DQO) es de 49.16%.

B.2. Prueba T e IC de dos muestras: Afluente, Efluente

μ_1 : media de Afluente μ_2 : media de Efluente Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

B.2.1. Estimación de la diferencia

Diferencia Desv. Est. agrupada IC de 95% para la diferencia
398.33 11.19 (372.96, 423.69)

B.2.2. Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p
43.60 4 0.000

Realizando el análisis estadístico de comparación de medias por el método T student con intervalo de confianza 95 %.

Ho: no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

H1: si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

Toma de decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula: Del valor obtenido de 0.000 < 0.05, es decir $p < 0.05$, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, luego concluimos que existen diferencias significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

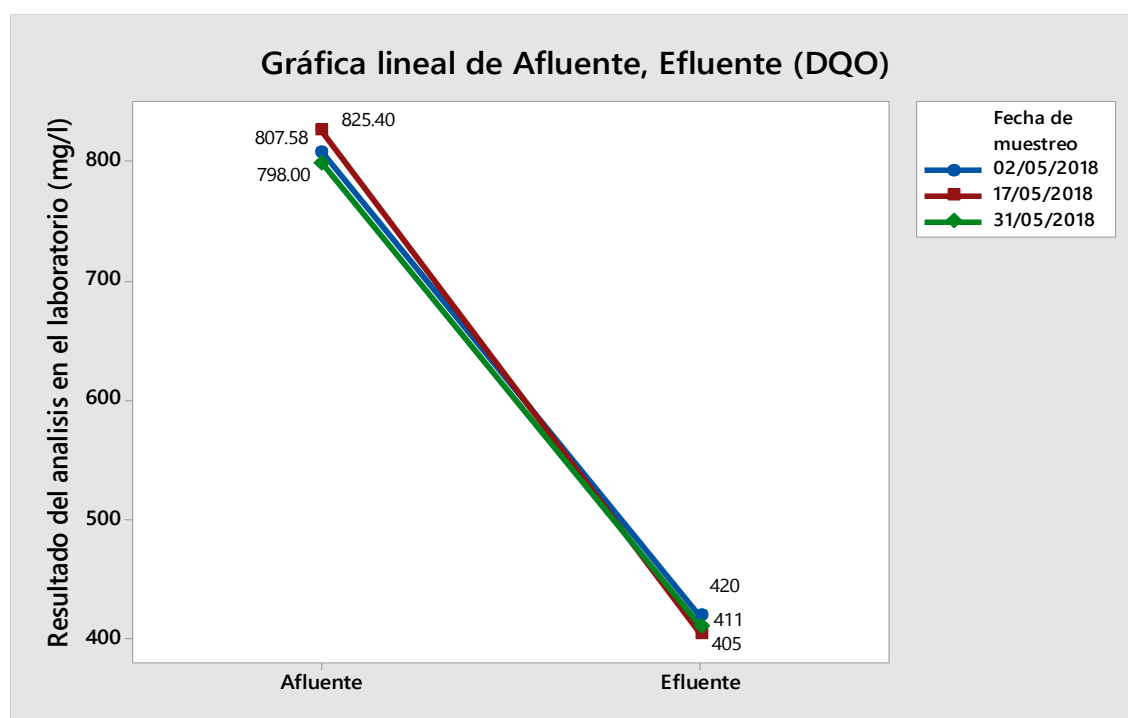


Figura 6 Grafica lineal del afluente y efluente de la DQO

Fuente: Elaboración propia - Minitab 18

En la figura 6 se puede observar claramente que hay una disminución entre el afluente y efluente.

C. Sólidos en Suspensión Total (SST)

Tabla 11 Remoción de solidos suspendidos totales en el sector Chibaya Baja, 2018

MUESTREO		Sólidos en Suspensión total (mg/l)		
Nº	FECHA	Afluente	Efluente	Eficiencia (%)
1	02/05/2018	177.90	84.00	52.78
2	17/05/2018	180.00	80.00	55.56
3	31/05/2018	180.00	90.00	50.00
4	PROMEDIO	179.30	84.67	52.78

Fuente elaboración propia

C.1. Estadísticos descriptivos: Afluente, Efluente.

Tabla 12 Estadísticas descriptivas de sólidos en suspensión total

Variable	N	Media	Error est. De la media	Desv. Est.	Mím.	Q1	Median	Q3	Máx.
Afluente	3	179.30	0.700	1.21	177.90	177.90	180.00	180.00	180.0
Efluente	3	84.67	2.91	5.03	80.00	80.00	84.00	90.00	90.00

Fuente elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 11 y 12, los SST promedio en el afluente fue de 179.30 mg/l, en el efluente fue de 84.67 mg/l y la eficiencia de tratamiento promedio en el parámetro sólidos en suspensión total (SST) es de 52.78%.

C.2. Prueba T e IC de dos muestras: Afluente, Efluente

μ_1 : media de Afluente

μ_2 : media de Efluente

Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

C.2.1. Estimación de la diferencia

Diferencia	Desv.Est. agrupada	IC de 95% para la diferencia
94.63	3.66	(86.33, 102.93)

C.2.2. Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
31.66	4	0.000

Realizando el análisis estadístico de comparación de medias por el método T student con intervalo de confianza 95 %.

Ho: no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

H1: si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

Toma de decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula: Del valor obtenido de 0.000 < 0.05 , es decir $p < 0.05$, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, luego concluimos que existen diferencias significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

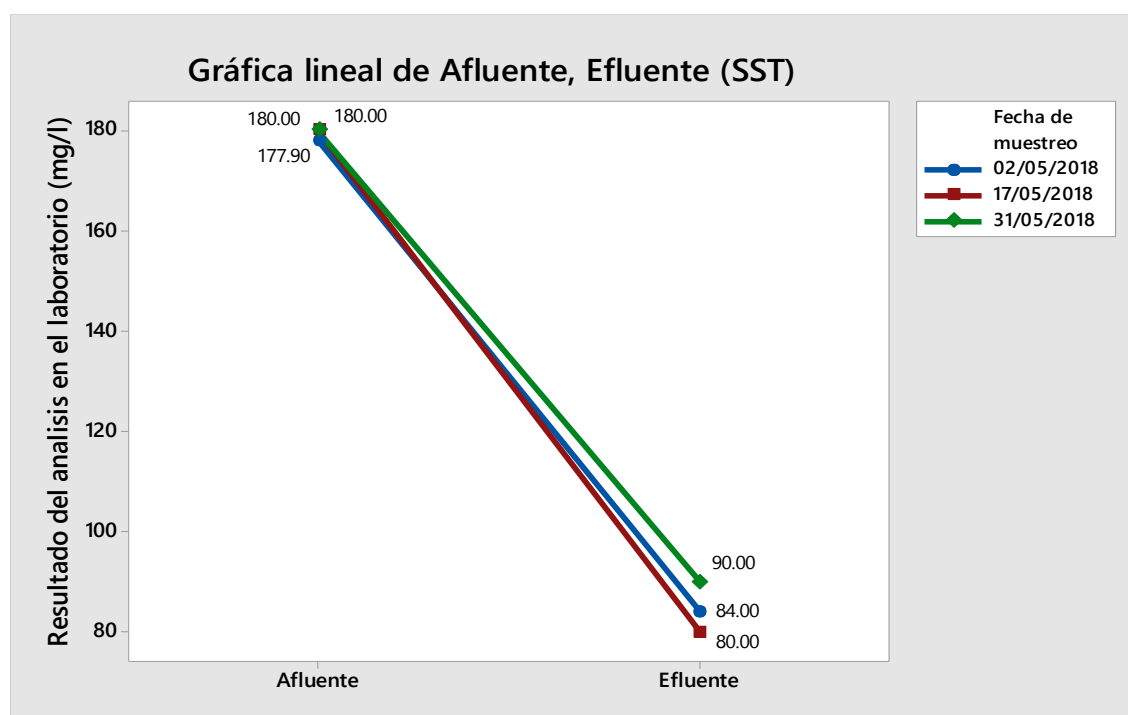


Figura 7 Grafica lineal del afluente y efluente de SST

Fuente: Elaboración propia - Minitab 18

En la figura 7 también se puede observar claramente que hay una disminución entre el afluente y efluente.

D. Aceites y Grasas

Tabla 13 Aceites y grasas en el sector Chibaya Baja, 2018

MUESTREO Nº	FECHA	Aceites y Grasas (Mg/l)		
		Afluyente	Efluente	Eficiencia (%)
1	02/05/2018	11.30	7.20	36.28
2	17/05/2018	12.00	7.90	34.17
3	31/05/2018	11.50	7.20	37.39
4	PROMEDIO	11.60	7.43	35.92

Fuente elaboración propia

D.1. Estadísticos descriptivos: Afluyente, Efluente.

Tabla 14 Estadísticas descriptivas de aceites y grasas

Variable	N	Media	Error est, de la media	Desv.Est.	Mím.	Q1	Median	Q3	Máx.
Afluyente	3	11.600	0.208	0.361	11.300	11.300	11.500	12.00	12.000
Efluente	3	7.433	0.233	0.404	7.200	7.200	7.200	7.90	7.900

Fuente elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 13 y 14, aceites y grasas promedio en el afluyente fue de 11.60 mg/l, mientras en el efluente fue de 7.43 mg/l y la eficiencia de tratamiento promedio en el parámetro aceites y grasas es de 35.92%.

D.2. Prueba T e IC de dos muestras: Afluyente, Efluente

μ_1 : media de Afluyente μ_2 : media de Efluente Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

D.2.1. Estimación de la diferencia

Diferencia Desv. Est. agrupada IC de 95% para la diferencia
4.167 0.383 (3.298, 5.035)

D.2.2. Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$
Valor T GL Valor p
13.33 4 0.000

Realizando el análisis estadístico de comparación de medias por el método T student con intervalo de confianza 95 %.

Ho: no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

H1: si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

Toma de decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula: Del valor obtenido de 0.000 < 0.05, es decir $p < 0.05$, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, luego concluimos que existen diferencias significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

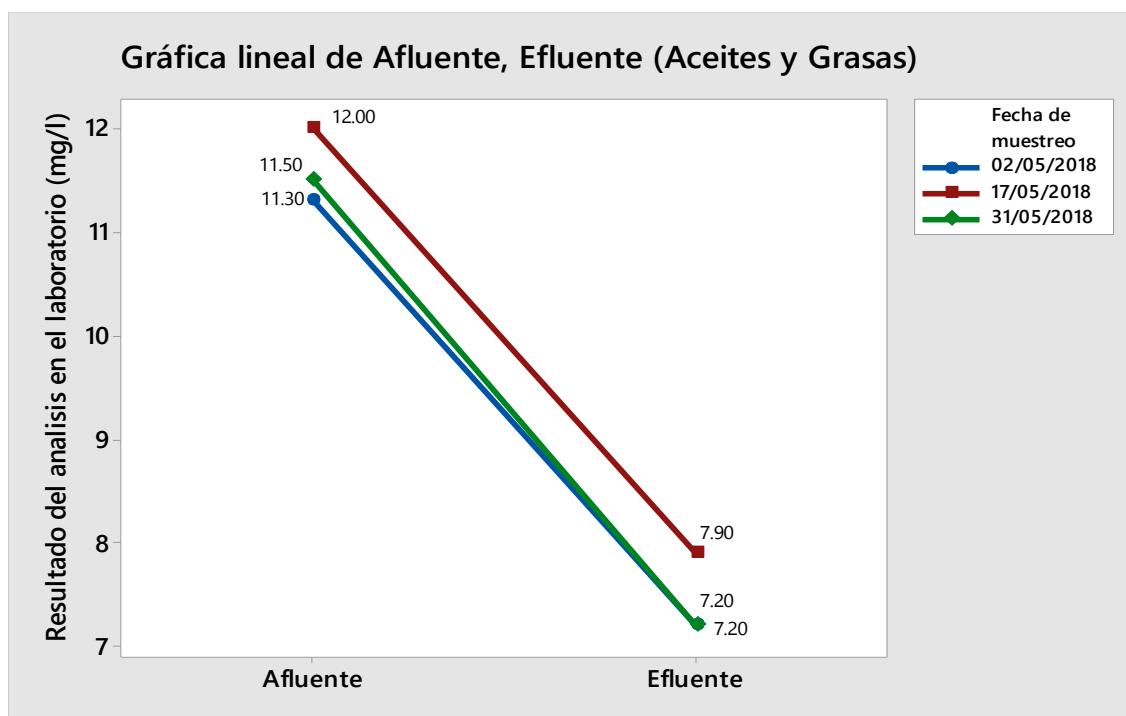


Figura 8 Gráfica lineal del afluente y efluente de la Aceites y Grasas

Fuente: Elaboración propia - Minitab 18

En la figura 8 también se puede observar claramente que hay una disminución entre el afluente y efluente.

E. Temperatura

Tabla 15 Temperatura en el afluente y efluente en el sector Chibaya Baja, 2018

MUESTREO Nº	FECHA	TEMPERATURA	
		Afluente	Efluente
1	02/05/2018	21.00	20.00
2	17/05/2018	23.00	22.00
3	31/05/2018	21.00	22.00
4	PROMEDIO	21.67	21.33

Fuente elaboración propia

E.1. Estadísticos descriptivos: Afluente, Efluente

Tabla 16 Estadísticas descriptivas de la temperatura.

Variable	N	Media	Error est. De la media	Desv.Est.	Mím.	Q1	Median	Q3	Máx.
Afluente	3	21.667	0.667	1.155	21.000	21.00	21.00	23.00	23.000
Efluente	3	21.333	0.667	1.155	20.000	20.00	22.00	22.00	22.000

Fuente elaboración propia

En la tabla 15 y 16, se observa la variación de la temperatura en los puntos de muestreo en función del tiempo, se muestra que existe poca variación, cabe mencionar la temperatura promedio del efluente fue de 21.67°C, y en el afluente fue de 21.33°C.

E.2. Prueba T e IC de dos muestras: Afluente, Efluente

μ_1 : media de Afluente μ_2 : media de Efluente Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

E.2.1. Estimación de la diferencia

Diferencia Desv. Est. agrupada IC de 95% para la diferencia
0.333 1.155 (-2.284, 2.951)

E.2.2. Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p
0.35 4 0.742

Realizando el análisis estadístico de comparación de medias por el método T student con intervalo de confianza 95 %.

Ho: no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

H1: si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

Toma de decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula: Del valor obtenido de 0.742 > 0.05 , es decir $p > 0.05$, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, luego concluimos que no existen diferencias significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

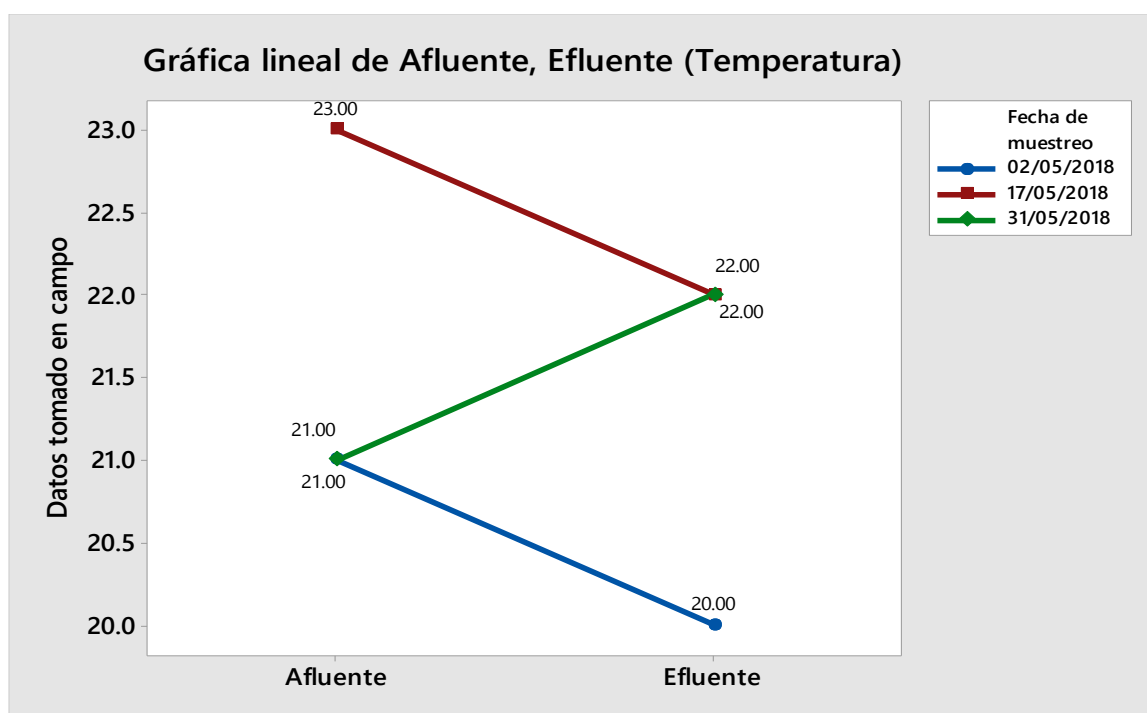


Figura 9 Grafica lineal del afluente y efluente de la Temperatura

Fuente: Elaboración propia - Minitab 18

En la figura 9 también se puede observar claramente que hay una variación de la temperatura en una unidad entre el afluente y efluente.

F. Potencial de Hidrogeno (PH)

Tabla 17 Potencial de hidrogeno (pH)

MUESTREO Nº	FECHA	PH	
		Afluente	Efluente
1	02/05/2018	7.41	7.30
2	17/05/2018	8.00	7.50
3	31/05/2018	8.20	7.40
4	PROMEDIO	7.87	7.40

Fuente elaboración propia

F.1. Estadísticos descriptivos: Afluente, Efluente

Tabla 18 Estadísticas descriptivas del potencial de hidrogeno

Variable	N	Media	Error est. De la medias	Desv.Est.	Mím.	Q1	Median	Q3	Máx.
Afluente	3	7.870	0.237	0.411	7.410	7.410	8.000	8.200	8.200
Efluente	3	7.400	0.0577	0.1000	7.3000	7.3000	7.4000	7.5000	7.5000

Fuente elaboración propia

En la tabla 17 y 18, los valores reportados de PH (potencial de hidrogeno) promedio en el afluente fueron de 7.87, y en el efluente fueron de 7.40, esto nos indica que el PH casi neutro, debido a procesos biogeoquímicos.

F.2. Prueba T e IC de dos muestras: Afluente, Efluente

$$\mu_1: \text{media de Afluente} \quad \mu_2: \text{media de Efluente} \quad \text{Diferencia: } \mu_1 - \mu_2$$

F.2.1. Estimación de la diferencia

Diferencia	Desv. Est. agrupada	IC de 95% para la diferencia
0.470	0.299	(-0.208, 1.148)

F.2.2. Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T	GL	Valor p
1.93	4	0.126

Realizando el análisis estadístico de comparación de medias por el método T student con intervalo de confianza 95 %.

Ho: no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

H1: si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

Toma de decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula: Del valor obtenido de 0.0.126 > 0.05, es decir $p > 0.05$, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alterna, luego concluimos que no existen diferencias significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

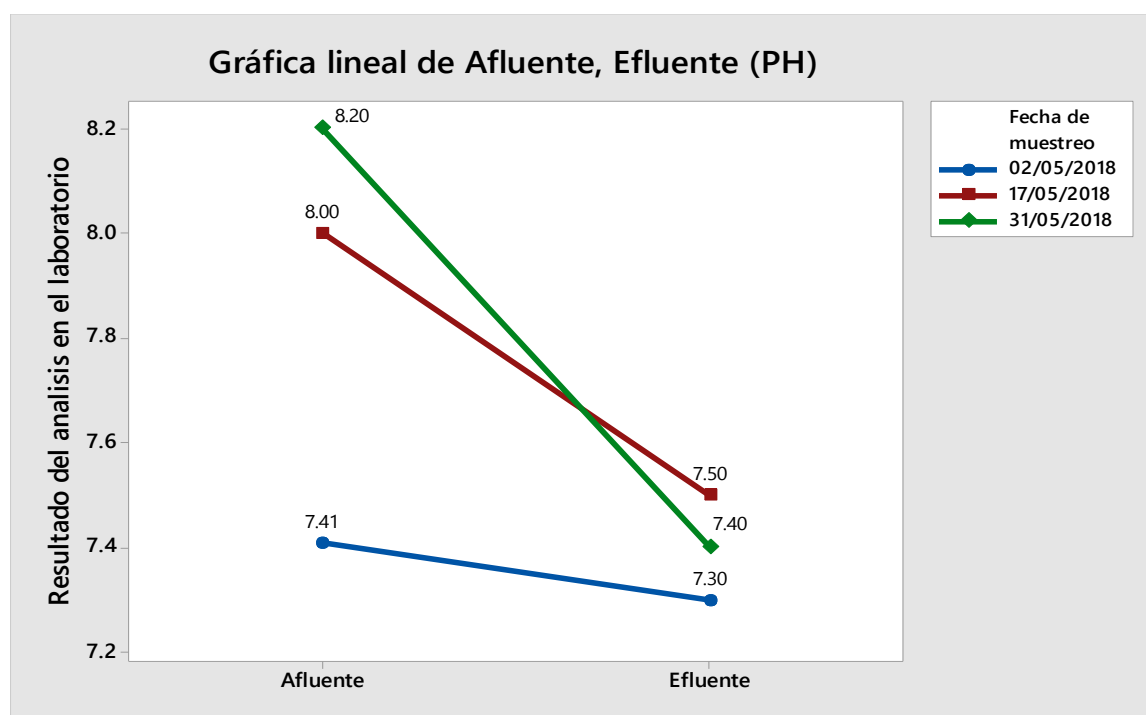


Figura 10 Grafica lineal del afluente y efluente del PH

Fuente: Elaboración propia - Minitab 18

En la figura 10 también se puede observar claramente que hay una disminución entre el afluente y efluente.

G. Coliformes fecales (termotolerantes)

Tabla 19 Coliformes fecales (termotolerantes) en el sector Chibaya Baja, 2018

MUESTREO Nº	FECHA	Coliformes fecales (Termotolerantes) (NMP/100ml)		
		Afluente	Efluente	Eficiencia (%)
1	02/05/2018	1300.00	130.00	90.00
2	17/05/2018	1100.00	120.00	89.09
3	31/05/2018	1300.00	150.00	88.46
4	PROMEDIO	1233.33	133.33	89.19

Fuente elaboración propia

G.1. Estadísticos descriptivos: Afluente, Efluente.

Tabla 20 Estadísticas descriptivas de coliformes fecales (termotolerantes)

Variable	N	Media	Error est. De la media	Desv. Est.	Mím.	Q1	Medin.	Q3	Máx.
Afluente	3	1233.3	66.7	115.5	1100.0	1100.0	1300.0	1300.0	1300.0
Efluente	3	133.33	8.82	15.28	120.00	120.00	130.00	150.00	150.00

Fuente elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 19 y 20, los coliformes fecales (termotolerantes) promedio en el afluente fue de 1233.33 NMP/100ml, mientras en el efluente fue de 133.33 NMP/100ml y la eficiencia de tratamiento promedio es de 89.19%

G.2. Prueba T e IC de dos muestras: Afluente, Efluente

$$\mu_1: \text{media de Afluente} \quad \mu_2: \text{media de Efluente} \quad \text{Diferencia: } \mu_1 - \mu_2$$

G.2.1. Estimación de la diferencia

Diferencia	Desv. Est. agrupada	IC de 95% para la diferencia_μ
1100.00	75.52	(840.6, 1359.4)

G.2.2. Prueba

Hipótesis nula	$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$	
Valor T	GL	Valor p
18.25	4	0.003

Realizando el análisis estadístico de comparación de medias por el método T student con intervalo de confianza 95 %.

Ho: no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

H1: si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

Toma de decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula: Del valor obtenido de $0.003 < 0.05$, es decir $p < 0.05$, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, luego concluimos que existen diferencias significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

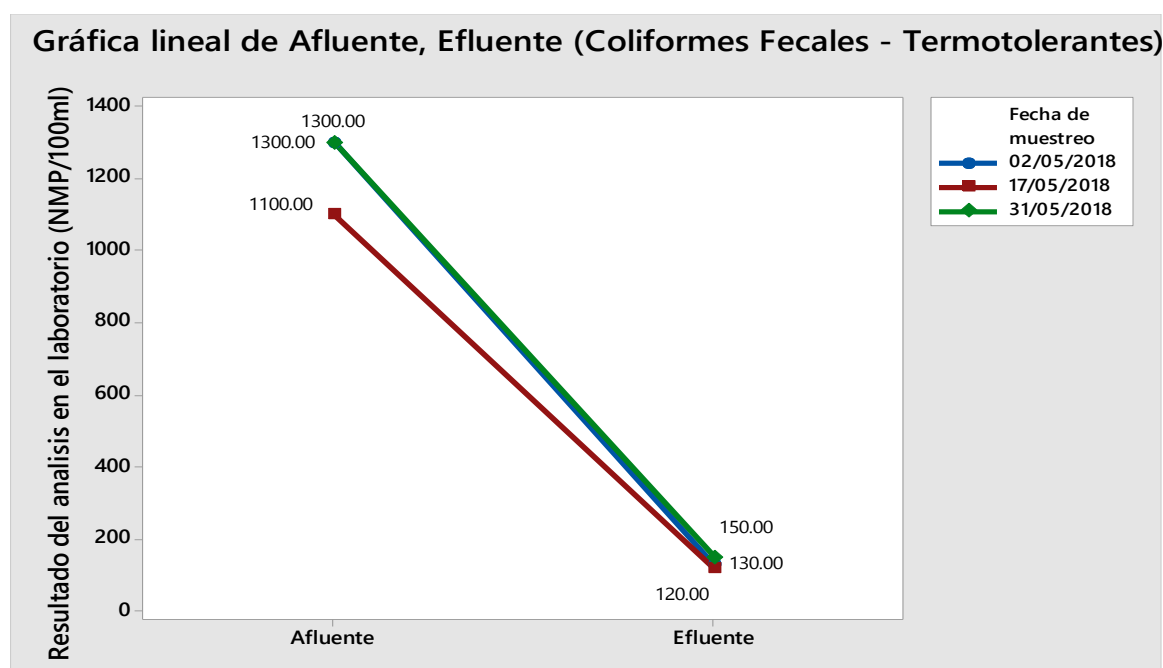


Figura 11 Gráfica lineal del afluente y efluente de Coliformes Fecales

Fuente: Elaboración propia - Minitab 18

En la figura 11 también se puede observar claramente que hay una disminución entre el afluente y efluente.

H. Coliformes totales

Tabla 21 Coliformes totales en el sector Chibaya Baja, 2018

MUESTREO Nº	FECHA	Coliformes totales (NMP/100ml)		
		Afluyente	Efluente	Eficiencia (%)
1	02/05/2018	2400.00	380.00	84.17
2	17/05/2018	2400.00	230.00	90.42
3	31/05/2018	2400.00	440.00	81.67
4	PROMEDIO	2400.00	350.00	85.42

Fuente elaboración propia

H.1. Estadísticos descriptivos: Afluyente, Efluente.

Tabla 22 Estadísticas descriptivas de coliformes totales

Variable	N	Med.	Error est. De la media	Des.Est.	Mínim.	Q1	Media	Q3	Máxim
Afluyente	3	2400.	0.000000	0.00000	2400.0	2400	2400.0	2400.	2400.0
Efluente	3	350.0	62.4	108.2	230.0	230.0	380.0	440.0	440.0

Fuente elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 21 y 22, los coliformes totales promedio en el afluyente fue de 2400.00 NMP/100ml, mientras en el efluente fue de 350.00 NMP/100ml y la eficiencia de tratamiento promedio es de 85.42% considerándose al tratamiento como buena.

H.2. Prueba T e IC de dos muestras: Afluyente, Efluente

μ_1 : media de Afluyente μ_2 : media de Efluente Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

H.2.1. Estimación de la diferencia

Diferencia Desv. Est. agrupada IC de 95% para la diferencia
 2050.00 62.4 (1781.3, 2318.7)

H.2.2. Prueba

Hipótesis nula $H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$

Valor T GL Valor p
 32.83 4 0.001

Realizando el análisis estadístico de comparación de medias por el método T student con intervalo de confianza 95 %.

Ho: no existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

H1: si existe diferencias estadísticamente significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

Toma de decisión de aceptar o rechazar la hipótesis nula: Del valor obtenido de $0.001 < 0.05$, es decir $p < 0.05$, rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, luego concluimos que existen diferencias significativas entre las medias de las muestras del afluente y efluente.

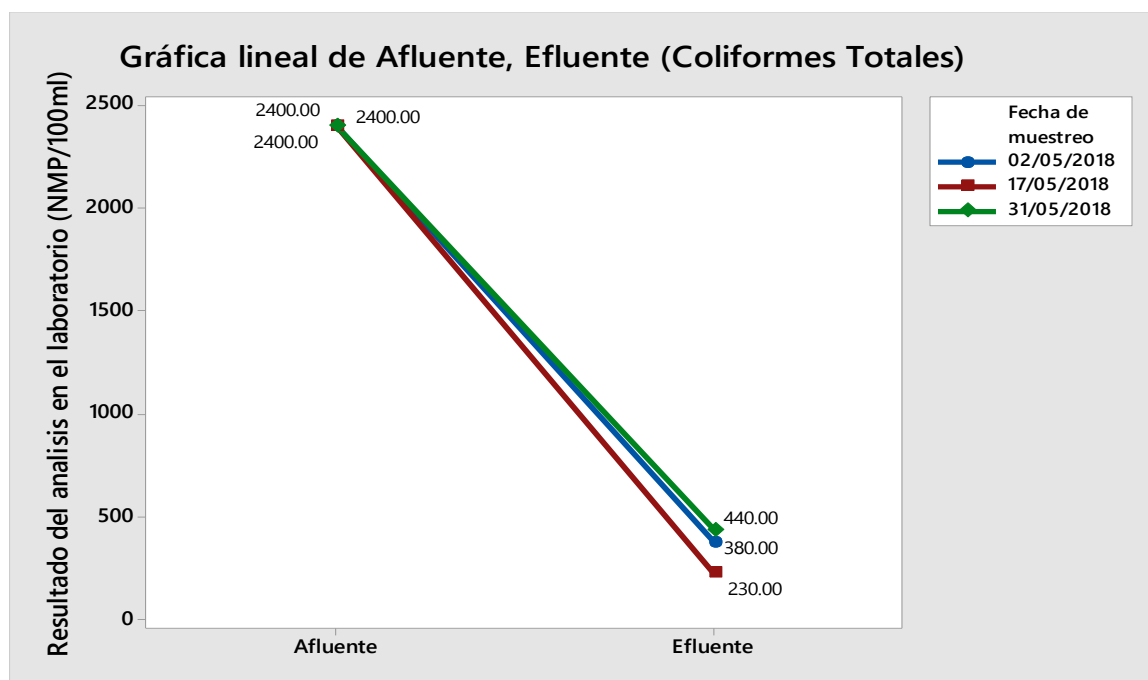


Figura 12 Grafica lineal del afluente y efluente Coliformes Totales

Fuente: Elaboración propia - Minitab 18

En la figura 12, también se puede observar claramente que hay una disminución entre el afluente y efluente.

4.1.1. COMPARACION DE LOS RESULTADOS DE LAS AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS TRATADAS POR EL BIODIGESTOR.

Se realizó la verificación comparando los resultados de las aguas residuales tratadas por el biodigestor con la eficiencia ofrecida por las empresas fabricantes ETERNIT, ROTOPLAS y la norma del RNE, OS.090.

Tabla 23 Comparación de los resultados en el sector Chibaya Baja, 2018

PARAMETROS	UND	EFICIENCIA OFRECIDA POR (ROTOPLAS) (%)	EFICIENCIA OFRECIDA POR (ETERNIT) (%)	SEDIMENTACION PRIMARIA (NORMA OS.090) (%)	EFICIENCIA DEL BIODIGESTOR OR CHIBAYA BAJA (%)	CUMPLE
aceites y grasas	mg/l	93.00	24.51	-----	35.92	SI cumple con ETERNIT
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/l	94.00	66.44	25 - 30 %	56.79	SI cumple con OS.090
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO2/l	88.00	46.92	-----	49.16	SI cumple con ETERNIT
PH	unidad de PH	-----	-----	-----	-----	-----
Solidos Suspendidos Totales	mg/l	98.00	49.30	40 - 70 %	52.78	SI cumple con OS.090 y ETERNIT
Coliformes fecales (termotolerantes)	NMP/100ml	-----	99.56	-----	89.19	no cumple con ETERNIT
Temperatura	°C	-----	-----	-----	-----	-----

Fuente elaboración propia

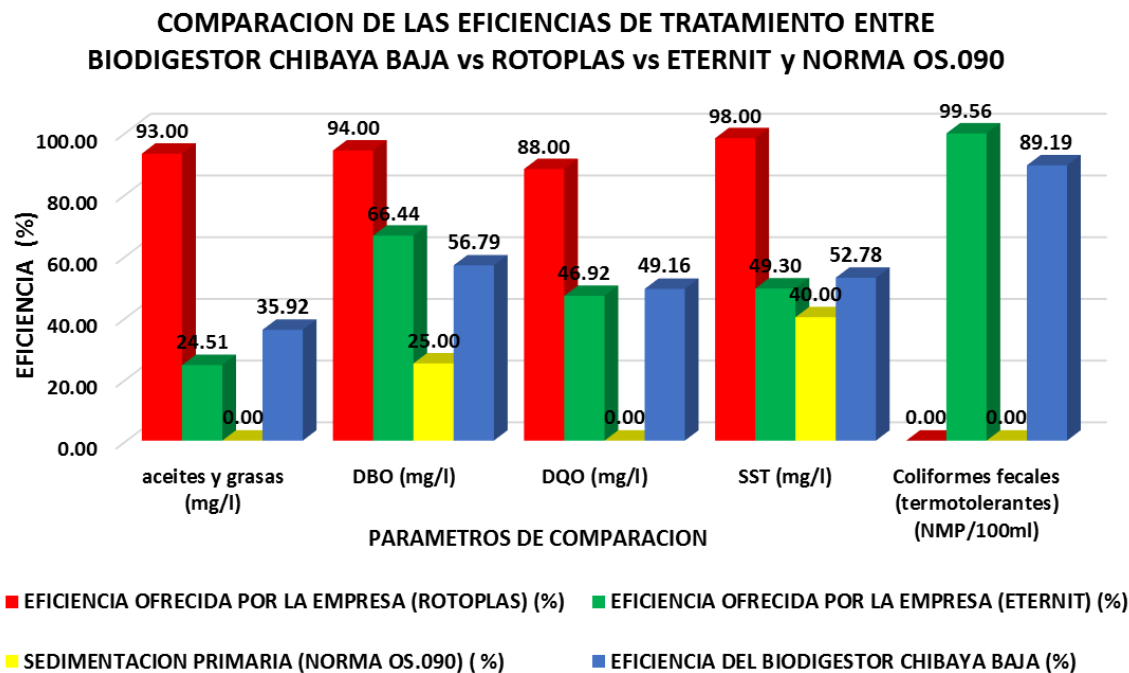


Figura 13 Comparación de eficiencia de tratamiento biodigestor Chibaya Baja vs Rotoplas vs Eternit y la norma OS.090

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en la figura 13, en el parámetro de aceites y grasas la eficiencia de tratamiento del biodigestor solo cumple con la eficiencia ofrecida por la empresa ETERNIT y no cumple con ROTOPLAS.

En el parámetro de DBO la eficiencia de tratamiento del biodigestor cumple con la norma OS.090 (sedimentación primaria), considerándose como muy buena ya que supera lo indicado en dicha norma. La eficiencia de tratamiento del biodigestor no cumple con la eficiencia ofrecida por las empresas de ETERNIT y ROTOPLAS.

En el parámetro de DQO la eficiencia de tratamiento del biodigestor cumple con la eficiencia ofrecida por la empresa de ETERNIT y no cumple con la empresa ROTOPLAS y la norma OS.090 no indica que valor se debe tomar en cuenta en el tratamiento primario.

En el parámetro de sólidos suspendidos totales la eficiencia de tratamiento del biodigestor cumple con la eficiencia ofrecida por la empresa ETERNIT y también cumple con la norma OS.090 considerándose como buena la eficiencia del biodigestor.

En el parámetro de coliformes fecales o también llamado coliformes termotolerantes la eficiencia de tratamiento del biodigestor no cumple con la eficiencia ofrecida por la empresa ETERNIT. La norma OS.090 no menciona que valor se debe tener en cuenta al respecto de este parámetro y la empresa ROTOPLAS tampoco considera un valor para este parámetro.

En el parámetro de PH y la TEMPERATURA las empresas de ETERNIT y ROTOPLAS no consideran una eficiencia de tratamiento, el RNE, norma OS.090 tampoco considera ninguna eficiencia respecto a los parámetros mencionados.

4.1.2. COMPARACION DE LOS PARÁMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BACTEREOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES TRATADAS CON LOS LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES.

Tabla 24 Evaluación del cumplimiento de los parámetros físico – químico y Bacteriológicos en el sector Chibaya Baja, 2018

PARAMETROS	UNIDAD	AFLUENTE	EFLUENTE	D.S. 003- 2010- MINAN	CUMPL E CON LMP
aceites y grasas	mg/l	11.60	7.43	20.00	SI
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/l	379.60	164.03	100.00	NO
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mgO ₂ /l	810.33	412.00	200.00	NO
Potencial de Hidrogeno (PH)	unidad de PH	7.87	7.4	6.5-8.5	SI
Sólidos Suspendidos Totales (SST)	mg/l	179.30	84.67	150.00	SI
Coliformes fecales (termotolerantes)	NMP/100 ml	1233.33	133.33	10000. 00	SI
Temperatura	°C	21.67	21.33	<35	SI

Fuente elaboración propia

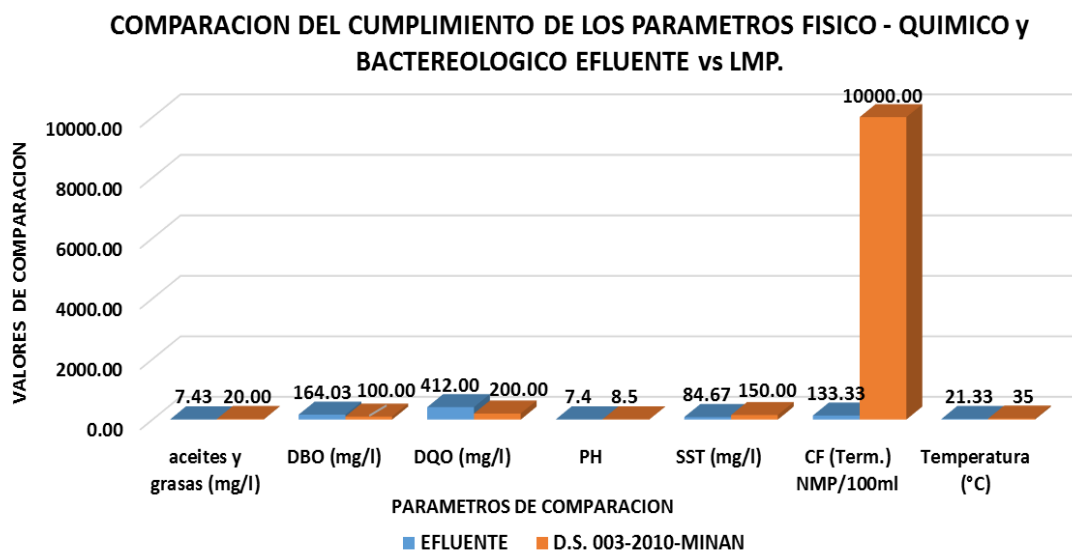


Figura 14 Comparación de datos efluente del biodigestor vs D.S. 003-2010-MINAM

Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 realizando la comparación del efluente con el D.S. 003-2010-MINAM, se puede observar que no cumplen con los límites máximos permisibles, los parámetros de DBO y DQO. Por lo tanto las aguas residuales domesticas tratadas por el biodigestor no pueden ser vertidos a cuerpos de agua (ríos, lagos, aguas subterráneas, etc.)

También realizando la comparación de los parámetros faltantes tales como: aceites y grasas, potencial de hidrogeno, solidos suspendidos totales, coliformes fecales (termotolerantes) y temperatura si cumplen con los límites máximos permisibles.

4.2 RESULTADOS DE LA ENCUESTA REALIZADA.

4.2.1. DATOS GENERALES

Tabla 25 Edad de los encuestados del sector Chibaya Baja, 2018

Edad de los encuestados		
EDAD	Nº DE PERSONAS	%
18 - 24	1	8%
25 - 29	1	8%
30 -34	2	17%
35 - 39	3	25%
39 - a mas	5	42%
TOTAL	12	100%

Fuente: elaboración propia

Dentro de los encuestados, las edades varían entre los 18 y 39 a más años, sin embargo, el mayor número de encuestados tienen una edad de 39 a más años, lo que representa a un 42%, 35 – 39 años representa el 25% de encuestados, 30 – 34 años representa al 17% de encuestados y mientras que la menor cantidad es de 18-24 y 25-29 años de edad que representa un 8% de los encuestados

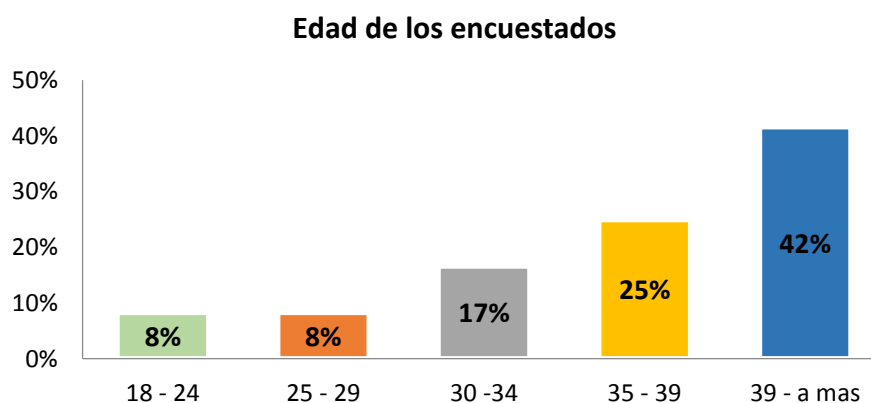


Figura 15 Edad de los encuestados

Fuente: elaboración propia

Tabla 26 Género de los encuestados del sector Chibaya Baja, 2018

Género de los encuestados		
SEXO	CANTIDAD DE ENCUESTADOS	%
M	8	67%
F	4	33%
TOTAL	12	100%

Fuente: elaboración propia

Esta información nos permite precisar la mayor cantidad de encuestados es de género masculino (M) que representan a 08 personas y la menor cantidad de género Femenino (F) que representan a 04 personas.

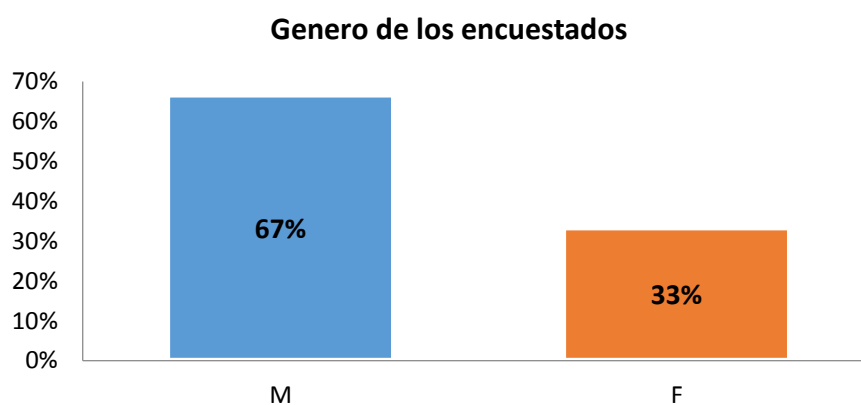


Figura 16 Género de los encuestados

Fuente: elaboración propia

En la figura 16 se puede observar que el 67% de los encuestados es de género masculino y el 33% es de género femenino.

Tabla 27 Nivel educativo de los encuestados del sector Chibaya Baja, 2018

¿Cuál su nivel educativo?		
NIVEL EDUCATIVO	CANTIDAD DE ENCUESTADOS	%
Sin instrucción	2	17%
Primaria completa	0	0%
Primaria incompleta	1	8%
Secundaria completa	4	33%
Secundaria incompleta	3	25%
Superior Completa	1	8%
Superior incompleta	1	8%
TOTAL	12	100%

Fuente: elaboración propia.

Del total de los encuestados, la mayor cantidad tiene secundaria completa 04 encuestados, mientras que en segundo lugar con 03 personas, tienen secundaria incompleta, también se puede apreciar 02 personas sin instrucción, 01 encuestado tiene superior completa, también 01 encuestado tiene superior incompleta y 01 encuestado tiene primaria incompleta.

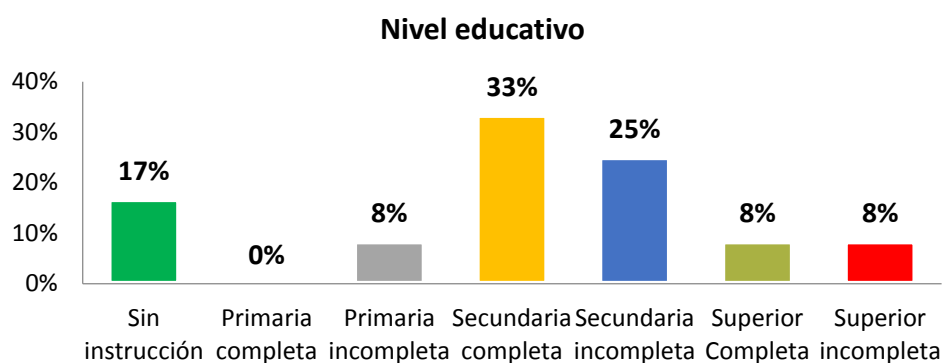


Figura 17 nivel educativo

Fuente: elaboración propia.

La figura 17 nos muestra claramente que el 33% de los encuestados tienen secundaria completa, seguido del 25% que tienen secundaria incompleta, 17% de encuestados no tienen instrucción, el 8% tiene superior completa, también se observa nuevamente el 8% tiene superior incompleta y nuevamente el 8% tiene primaria incompleta.

Tabla 28 Cantidad de personas que habitan en su vivienda en el sector Chibaya Baja, 2018

¿Cuántas personas viven en su vivienda?		
PERSONAS	CANTIDAD DE ENCUESTADOS	%
01 personas	1	8%
02 personas	2	17%
03 personas	3	25%
04 personas	4	33%
05 personas	2	17%
TOTAL	12	100%

Fuente: elaboración propia

Del total de los encuestados 04 personas encuestadas mencionan que en su vivienda viven permanentemente 04 personas, mientras 03 encuestados mencionan que permanentemente viven en su casa 03 personas, también 02 encuestados mencionan que en su vivienda permanentemente viven 05 personas, también 02 encuestados nos menciona que en su casa viven permanentemente 02 personas y 01 encuestado nos menciona que en su casa vive solo 01 personas.

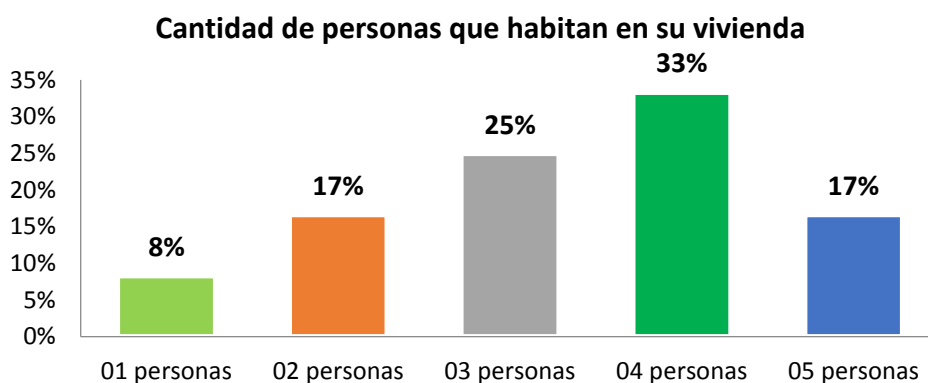


Figura 18 Cantidad de persona que habitan en su vivienda

Fuente: elaboración propia

La figura 18 nos muestra claramente que el 33% de los encuestados viven 04 personas en su vivienda, 25% de los encuestados viven con 03 personas, 17% de encuestados viven con 02 personas y 8% viven solos.

4.2.2. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS BIODIGESTORES

Tabla 29 Uso del biodigestor en el sector Chibaya Baja, 2018

¿Sabe ud para que sirve un biodigestor?		
RESPUESTA	CANTIDAD DE ENCUESTADOS	%
SI	10	83%
NO	2	17%
TOTAL	12	100%

Fuente: elaboración propia

Como se aprecia en la tabla 29 del total 10 encuestados respondieron SI saber para qué sirve el biodigestor y 02 encuestados mencionan NO saber la función que cumplen los biodigestores en tratamiento de aguas residuales domésticas.

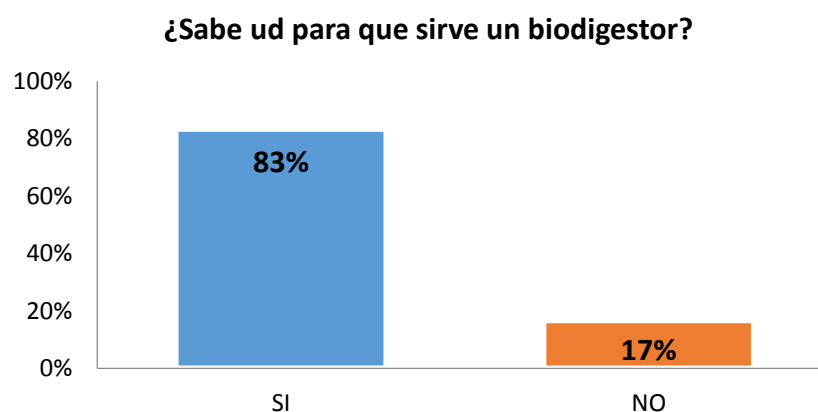


Figura 19 Uso del biodigestor

Fuente: elaboración propia.

La figura 19 nos muestra claramente que el 83% si saben para que sirve un biodigestor, mientras que el 17% dicen no saber para qué sirve, donde se puede observar claramente que los encuestados no recibieron la capacitación de educación sanitaria que contempla este tipo de proyectos. Por parte de los que ejecutaron el proyecto.

Tabla 30 Realiza la operación y mantenimiento de su biodigestor, sector Chibaya Baja, 2018

¿Ud. realiza la operación y mantenimiento de su biodigestor?		
RESPUESTA	CANTIDAD DE ENCUESTADOS	%
SI	2	17%
NO	10	83%
TOTAL	12	100%

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla 30 del total de los encuestados 10 respondieron que NO realizan la operación y mantenimiento de los biodigestores y 2 encuestados respondieron que SI realizan su operación y mantenimiento de su biodigestor. Lo que indica que no se realizó lo que se llama educación sanitaria.

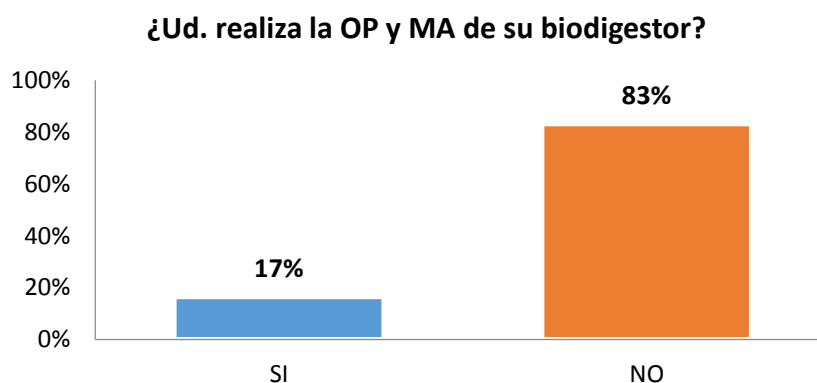


Figura 20 Realiza la operación y mantenimiento

Fuente: elaboración propia

La figura 20 nos muestra claramente que el 83% de los encuestados no realizan la operación y mantenimiento de su biodigestor y el 17% si realizan. Con esto podemos decir que se reduce la vida útil del proyecto, por colapso de sedimentos y también los biodigestores no realizan su tratamiento adecuado, puesto que estos deben ser mantenidos cada 12 meses o cada 18 meses, donde los biodigestores puedan cumplir satisfactoriamente su vida útil que es de 20 años.

Tabla 31 Conocimiento de operación y mantenimiento en el sector Chibaya Baja, 2018

¿Ud. tiene conocimiento para realizar la correcta operación y mantenimiento de su biodigestor?		
RESPUESTA	CANTIDAD DE ENCUESTADOS	%
SI	0	0%
NO	12	100%
TOTAL	12	100%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 31 podemos observar que los 12 encuestados dicen NO tener conocimiento sobre la correcta operación y mantenimiento del biodigestor. Con esto se puede decir que los beneficiarios no recibieron la capacitación de educación sanitaria.

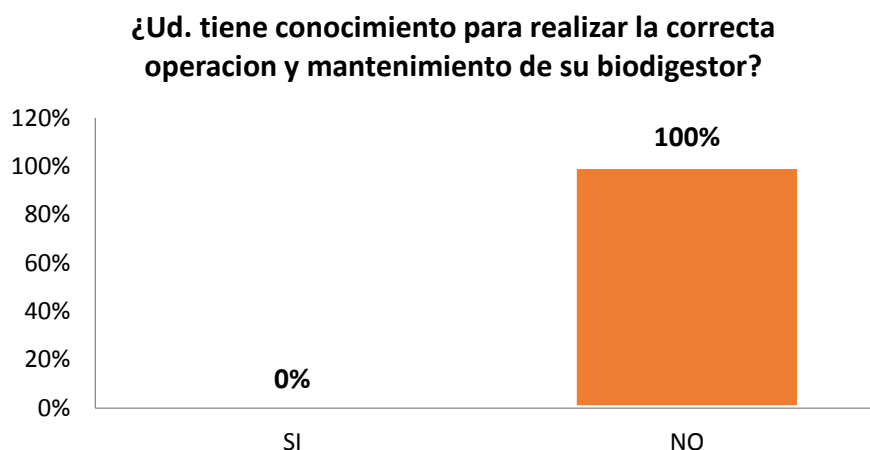


Figura 21 Conocimiento de la correcta operación y mantenimiento.

Fuente: elaboración propia

En la figura 21 se observa claramente que el 100% de encuestados NO tienen conocimiento para realizar la correcta operación y mantenimiento de los biodigestores. Lo que nos indica que la mayoría de los encuestados no recibieron la capacitación o es que los que ejecutaron el proyecto no realizaron dicha actividad adecuadamente.

Tabla 32 Cada cuanto tiempo realiza la OP y MA del biodigestor en el sector Chibaya Baja, 2018

¿Cada cuanto tiempo realiza su operación y mantenimiento de su biodigestor?		
RESPUESTA	CANTIDAD DE ENCUESTADOS	%
cada 06 meses	0	0%
cada 12 meses	0	0%
cada 18 meses	2	17%
cada 24 meses	0	0%
nose realizo nunca	10	83%
TOTAL	12	100%

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 32 podemos apreciar claramente que 2 encuestados si realizaron su operación y mantenimiento de sus biodigestores cada 18 meses y los 10 encuestados mencionan que no realizan la operación y mantenimiento. Los encuestados ya debieron de realizar su operación y mantenimiento, puesto que este proyecto ya tiene 4 años de funcionamiento.

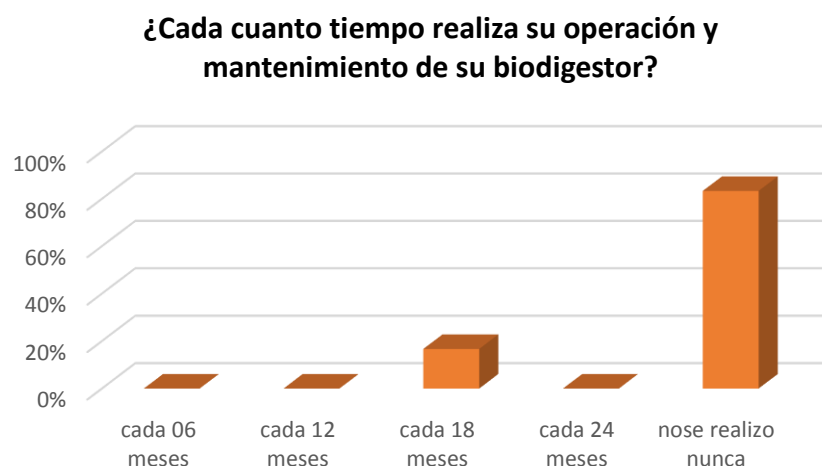


Figura 22 Casa cuanto tiempo debe realizar la operación y mantenimiento.

Fuente: elaboración propia

En la figura 22 se observa que el 17% de encuestados si realizaron su operación y mantenimiento de su biodigestor y el 83% no realizar nunca su apercacion y mantenimiento. Esto afecta directamente a la eficiencia de tratamiento de los biodigestores.

Tabla 33 Recibió Educación Sanitaria en el sector de Chibaya Baja, 2018

¿Ud. Fue Capacitado antes, durante o después de la ejecución del proyecto sobre la operación y mantenimiento de los biodigestores?		
RESPUESTA	CANTIDAD DE ENCUESTADOS	%
SI	0	0%
NO	12	100%
TOTAL	12	100%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 33 se observa claramente que 12 encuestados mencionan que no recibieron capacitación antes, durante o después de la ejecución del proyecto.

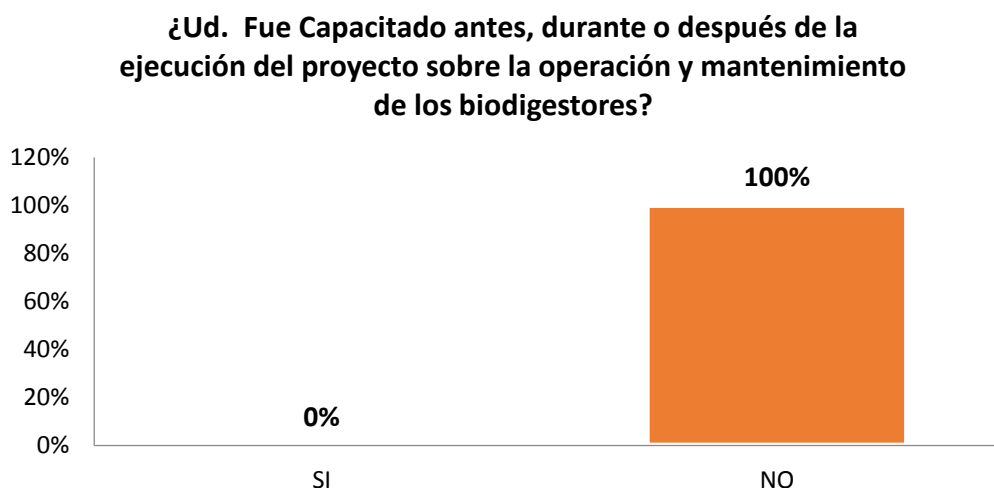


Figura 23 Capacitación antes, durante o después de la ejecución.

Fuente: elaboración propia

En la figura 23 se observa claramente que el 100% de encuestados no fueron capacitado antes, durante o después de la ejecución del proyecto. También se puede llegar a la conclusión no realizaron la capacitación de educación sanitaria, o si es que realizaron pero no tocaron el tema de la operación y mantenimiento de los biodigestores.

Tabla 34 Interesados en recibir capacitación en el sector Chibaya Baja, 2018

¿Ud. Estaría interesado en recibir capacitación acerca de la correcta operación y mantenimiento de los biodigestores?		
RESPUESTA	CANTIDAD DE ENCUESTADOS	%
SI	12	100%
NO	0	0%
TOTAL	12	100%

Fuente: elaboración propia

Los 12 encuestados si están interesado en recibir capacitación sobre la correcta operación y mantenimiento de su biodigestor.

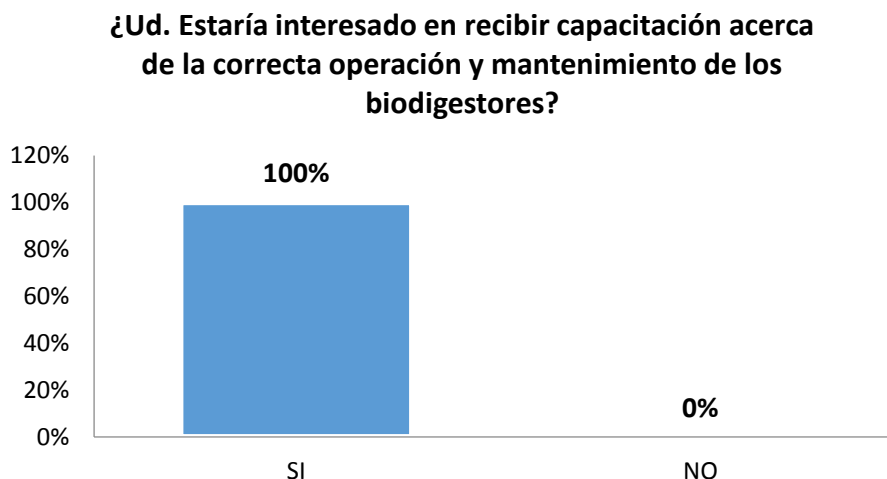


Figura 24 Interesado en recibir capacitación.

Fuente: elaboración propia

En la figura 24 se observa claramente que el 100% de encuestados tienen interés en recibir capacitación acerca de la correcta operación y mantenimiento de los biodigestores.

4.3 DISCUSIÓN DE LOS DATOS ANALIZADOS:

A partir de los resultados que hemos obtenido se puede mencionar que las aguas residuales domesticas tratadas con biodigestores en el sector de Chibaya Baja no cumplen con los límites máximos permisibles, en los parámetros de DBO y DQO. Por lo tanto las aguas residuales domesticas tratadas por el biodigestor no pueden ser vertidos a cuerpos de agua (ríos, lagos, aguas subterráneas, etc.)

Estos resultados guardan relación con lo que sostienen (Cortes Castillo & Meza Garcia, 2015), (Megia Arias & Perez Sinchi, 2016) y (Mancha Cutipa, 2015), donde señalan que las aguas residuales tratadas por el biodigestor no cumplen con los límites máximos permisibles para efluentes en los siguientes parámetros, DBO y DQO, donde señalan que las aguas residuales domesticas tratadas por los biodigestores no deben ser vertidos a cuerpos de agua, ello es acorde con lo que se encontró.

Nuestra investigación no concuerda con (Nina Mamani, 2015), donde menciona que la eficiencia de remoción del sistema de tratamiento de aguas residuales en biodigestores es alta para la fase primaria, con un 71% de remoción para la DBO, 69% DQO, 76% de SST y 87% en coliformes fecales, encontrándose por encima de los límites máximos permisibles según D.S. 003-2009-MINAM.

CAPITULO V

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos del laboratorio la eficiencia de tratamiento de las aguas residuales domesticas con biodigestores, están dados por los parámetros físico, Químico y Bacteriológico que evaluados dan como resultado: DBO 56.79%, DQO 49.16%, Aceites y Grasas 35.92%, Sólidos totales en suspensión 52.78% y coliformes fecales (termotolerantes) 89.19%. Realizando la comparación de las aguas residuales tratadas por el biodigestor en el sector de Chibaya Baja con los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM. Podemos observar en la figura 14 que la DBO y DQO no cumplen con los límites máximos permisibles, y estos no deberían ser vertidos a cuerpos de aguas (ríos, lagos, aguas subterráneas, etc.)

En relación al conocimiento de operación y mantenimiento de los biodigestores, los resultados son que el 100% de los encuestados no tienen conocimiento de la correcta operación y mantenimiento del biodigestor, esto se debe a que no recibieron la capacitación de educación sanitaria, puesto que esto es muy importante para que los encuestados puedan realizar dicha actividad correctamente. Donde se pudo ver que en los inodoros dejaban entrar residuos sólidos, como papeles, tierra, suciedad externa, ya que de acuerdo al manual de instalación del biodigestor se prohíben que se permita ingresar al biodigestor sustancias que no serán removidas por las bacterias esto llevara a un colapso inminente del biodigestor.

CAPITULO VI

RECOMENDACIONES

Se deben realizar estudios más exhaustivos referente al tratamiento de aguas residuales domesticas con biodigestores e instalar biodigestores experimentales en diferentes regiones del Perú, para evaluar los diferentes parámetros que influyen en el proceso de tratamiento de aguas residuales domesticas con biodigestores, ya que en la actualidad existen muy poca información, es importante tener en consideración la altitud sobre el nivel del mar, para tener un óptimo funcionamiento del biodigestor.

Es necesario desarrollar más investigaciones de biodigestores prefabricados por parte de los organismos involucrados tales como PNSR (Programa Nacional de Saneamiento Rural), para garantizar la calidad del biodigestor.

Los proyectos de saneamiento básico rural deben de incluir y ejecutarse correctamente la partida de educación sanitaria, porque en la zona de investigación los usuarios en su gran mayoría no realizan la operación y mantenimiento, esto parece algo inusual, pero en las zonas rurales ocurre con frecuencia este tipo de problemas, con esto se desea que las capacitaciones no solo sean al finalizar al proyecto sino que también antes, durante y después de la ejecución, de esta manera se estaría lidiando con este problema. También consideramos que es importante incluir un manual de operación y mantenimiento del biodigestor, donde se indicarán las actividades del operador, equipo necesario y la frecuencia de limpieza, muestreos y análisis de laboratorio.

CAPITULO VII

REFERENCIAS

- Alfaro R., C. H. (2012). Metodologia de investigacion cientifica aplicado a la Ingenieria. Callao - Peru.
- Almanza Mamani, F. (2011). Construccion y Evaluacion de un biodigestor modelo chino mejorado para zonas andinas. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco - Peru.
- Anchundia Delgado, G. M., & Ruiz Caicedo, B. I. (2012). Implementacion de un biodigestor, para la utilizacion y aprovechamiento de los residuos generados en las actividades productivas del camal municipal de Manta. Universidad Laica Manabi - Ecuador.
- Baca Urbina, G. (2001). Evaluacion de proyectos (Cuarta Edicion). Mexico: McGraw - Hill.
- Behar R., D. S. (2008). Metodologia de la investigacion. Shalom.
- Calderon de Leon, P. A. (2014). Evaluacion de la eficiencia de biodigestor comercial en el tratamiento de aguas residuales domiciliarias. Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Centro Superior de Investigaciones Cientificas. (2013). Digestion Anaerobia. Madrid - España.
- Comite, J. (1988). Evoluciones y organizaciones. Oxenford.
- Cortes Castillo, O. E., & Meza Garcia, G. E. (2015). Evaluacion de un sistema de descontaminacion de aguas servidas a partir de un biodigestor con plantas acuaticas en la reserva natural de Nukanchi de la minga asorquidea de la Asociacion para el desarrollo campesino - ADC. Universidad de Nariño.
- Crites, R., & Tchobanoglous, G. (2000). Sistema de manejo de aguas residuales para nucleos pequeños y descentralizados tomo I. Santa Fe de Bogota - Colombia: McGraw - Hill.

- Espillico Condori, E. S. (2014). Monitoreo y evaluacion del tratamiento de aguas residuales domesticas con biodigestores en la comunidad Alto Ayraucollana - Provincia de Espinar - Cusco - 2014. Universidad Nacional del Altiplano.
- Eternit. (2012). Manual de instalacion del Biodigestor.
- Galvez, F. (2007). Diseño de la planta de tratamiento de aguas residuales sector cuatro caminos del municipio de Santa Catarina Pinula. Universidad San Carlos de Guatemala.
- Hernandez, J., & Hidalgo, G. (2000). Evaluacion de tres metodologias para reducir los niveles de contaminacion en efluentes de tratamiento primario de las aguas residuales del procesamiento de cafe en Costa Rica. Universidad EARTH.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptista, M. D. (2010). Metodología de la Investigación (Quinta edicion). Mexico: McGraw - Hill.
- Huapaya Cruz, Y. H. (2014). Como Plantear el perfil de tesis en el area de Medio Ambiente. Puno - Peru.
- Hueso Gonzales, A., & Cascant Sempere, J. (2012). Metodologia y tecnicas cuantitativas de investigacion (Primera edicion). Valencia - España: Universidad Politecnica de Valencia.
- Lacrampe, G. (1992). Apuntes de Aguas servidas.
- Llorca, R., & Bautista, I. (2006). Practicas de atmosfera, suelo y agua. Valencia - España.
- Lozano Nuñez, H. R. (2011). Como desarrollar el proyecto de investigacion en carreras de Ingenieria (Primera edicion). Huancayo - Peru.
- Mancha Cutipa, R. J. (2015). Evaluacion de la eficiencia del funcionamiento del biodigestor autolimpiable en el centro poblado de Sanquira - Yunguyo. Universidad Nacional del Altiplano.
- Megia Arias, F. P., & Perez Sinchi, K. L. (2016). Eficiencia de tratamiento de aguas

- residuales domesticas mediante un biodigestor prefabricado en la subestacion electrica Cotaruse - Apurimac. Universidad Nacional Agraria la Molina.
- Metcalf, & Eddy. (1995). Ingeniería de Aguas residuales tratamiento, vertido y reutilización (Tercera edicion). Madrid - España: McGraw - Hill.
- Mora Alvarado, D., & Mata Solano, A. V. (2003). Conceptos basicos de aguas para consumo y disposicion de aguas residuales. Costa Rica. Retrieved from [https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Conceptos básicos de aguas para consumo humano y disposición de aguas residuales.pdf](https://www.aya.go.cr/centroDocumetacion/catalogoGeneral/Conceptos_b sicos_de_aguas_para_consumo_humano_y_disposici n_de_aguas_residuales.pdf)
- Nina Mamani, R. S. (2015). Evaluacion de biodigestor de polietileno rotoplas en el tratamiento de agua residual domestica y propuesta de diseño de biofiltro en la comunidad de Oquebamba - Espina. Universidad Nacional del Altiplano.
- Osorio Saraz, J. A., Ciro Velazquez, H. jose, & Gonzales Sanches, H. (2007). Evaluación De Un Sistema De Biodigestion En Serie Para Clima Frio. Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín, 60(2), 4145–4162. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2014.23-2.11>
- Rivero Chávez, J. A., Pedroza Sandoval, A., & Cabrera Maldonado, A. (2007). BIODIGESTORES: Una alternativa de aprovechamiento integral de aguas residuales. Revista Chapingo Serie Zonas Aridas, 6(2), 191–195. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545069006>
- RNE. (2017). Reglamento Nacional de Edificaciones (decimo primera edicion). Lima - Peru: Megabyte.
- Romero Rojas, J. A. (2004). Tratamiento de aguas residuales, teoria y principios de diseño (Tercera ed). Bogota - Colombia: Escuela Colombiana de Ingenieria.
- Rotoplast. (2017). Ficha tecnica biodigestor autolimpiable.
- Salazar, D. (2003). Guia para el manejo de excretas y aguas residuales municipales, enfoque

Centro Aamerica. Guatemala.

Sans Fonfria, R., & Ribas, J. (1989). *Ingenieria Ambiental: Contaminacion y tratamientos*.

Barcelona - España.

Seoanez, M. (1995). *Aguas residuales urbanas: tratamientos naturales de bajo costo y aprovechamiento*.

Serra, R. (1985). *Tecnicas de investigacion Social teoria y ejercicios*.

Tobon. (1986). *Tecnicas de estudio y/o evaluacion*. Saragoza.

Trejo Lizama, W., Vazquez Gonzales, L. B., J Uicab, A., Castillo Caamal, J., Caamal

Maldonado, A., Belmar Casso, R., & Santos Ricalde, R. (2014). Eficiencia de remocion de materia organica de aguas residuales porcinas con Biodigestores en el Estado de Yucatan, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(2), 321–323. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93931761025>

Villanueva Castañeda, A. A., & Flores Lopez, H. E. (2013). Tratamiento de aguas residuales domésticas mediante plantas macrófitas típicas en Los Altos de Jalisco , México. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, 3(5). Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=499051554003>

ANEXOS



Figura 25 Realización de encuesta acerca de la operación y mantenimiento

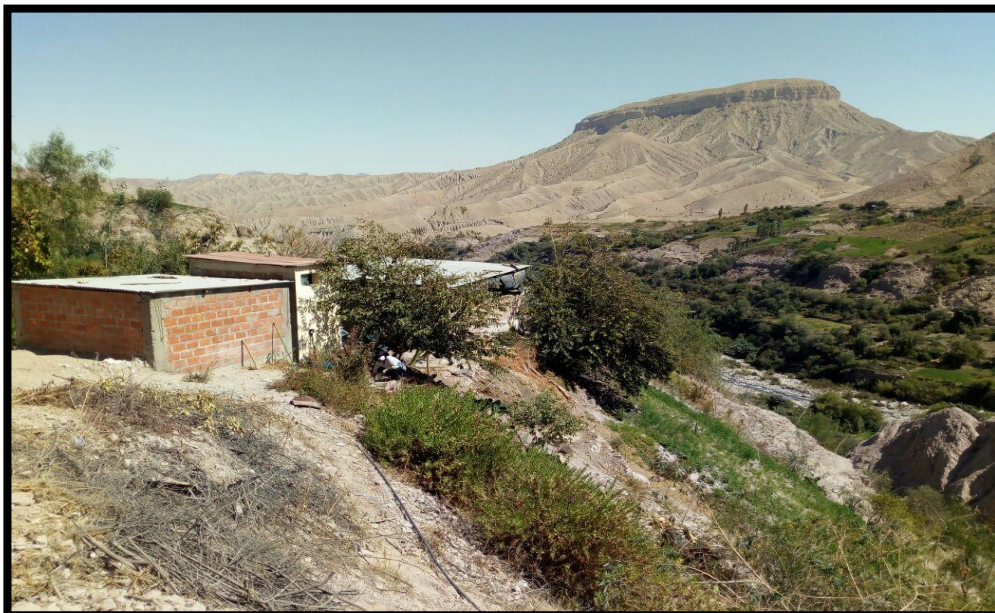


Figura 26 Ubicación de la vivienda para la toma de muestras.



Figura 27 Muestreo del agua residual.



Figura 28 Laboratorio de la Facultas de Ingeniería Química – UNA PUNO



Certificado de Análisis

N°0345

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA RESIDUAL: BIODIGESTOR

PROCEDENCIA : Departamento de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Distrito de Torata, Anexo de Chibaya Baja

INTERESADO : Edgar Frey, LEON HUALLPA

MOTIVO : Investigación tesis

MUESTREO : 02/05/2018, por el interesado

ANÁLISIS : 03/05/2018

COORDENADAS : Este: 305263.00 Norte: 8105208.00

COD. MUESTRA : B009-00000019

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	EFLUENTE RESULTADOS
Potencial de Hidrogeno	pH	7.41	7.30
Sólidos en suspensión	mg/L	177.9	84.00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	807.58	420.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	388.00	159.40
Aceites y Grasas	Mg/l	11.3	7.2
Temperatura	° Celsius	21	20

Puno, C.U. 12 de junio del 2018.
V°B°



[Signature]
Dra. Edith Tello Palma
DECANA
FACULTAD ING. QUIMICA
UNA - PUNO



LQ-2018

N°0346

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA RESIDUAL: BIODIGESTOR

PROCEDENCIA : Departamento de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Distrito de Torata, Anexo de Chibaya Baja

INTERESADO : Edgar Frey, LEON HUALLPA

MOTIVO : Investigación tesis

MUESTREO : 17/05/2018, por el interesado

ANÁLISIS : 18/05/2018

COORDENADAS : Este: 305263.00 Norte: 8105208.00

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	EFLUENTE RESULTADOS
Potencial de Hidrogeno	pH	8.00	7.50
Sólidos en suspensión	mg/L	180.00	80.00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	825.40	405.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	355.00	169.40
Aceites y Grasas	Mg/l	12.00	7.9
Temperatura	° Celsius	23	22

Puno, C.U. 12 de junio del 2018.
VºBº



Edith Tello Palma
Dra. Edith Tello Palma
DECANA
FACULTAD ING. QUÍMICA
UNA - PUNO



LQ-2018

N° 0347

Certificado de Análisis

ASUNTO : Análisis Físico Químico de AGUA RESIDUAL: BIODIGESTOR

PROCEDENCIA : Departamento de Moquegua, Provincia Mariscal Nieto, Distrito de Torata, Anexo de Chibaya Baja

INTERESADO : Edgar Frey, LEON HUALLPA

MOTIVO : Investigación tesis

MUESTREO : 31/05/2018, por el interesado

ANÁLISIS : 01/06/2018

COORDENADAS : Este: 305263.00 Norte: 8105208.00

CARACTERÍSTICAS ORGANOLEPTICAS

ASPECTO : Líquido

COLOR : Característico al agua residual

CARACTERÍSTICAS FÍSICO - QUÍMICAS

PARAMETROS	UNIDAD	AFLUENTE RESULTADOS	EFLUENTE RESULTADOS
Potencial de Hidrogeno	pH	8.20	7.40
Sólidos en suspensión	mg/L	180.00	90.00
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	798.00	411.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	395.80	163.30
Aceites y Grasas	Mg/l	11.5	7.2
Temperatura	° Celsius	21	22

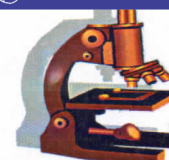
Puno, C.U. 12 de junio del 2018.
V°B°



[Signature]
Dra. Edith Tello Palma
DECANA
FACULTAD ING. QUÍMICA
UNA - PUNO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ASUNTO : ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL (BIODIGESTOR)

PROCEDENCIA : DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DISTRITO DE TORATA, ANEXO CHIBAYA BAJA.

INTERESADO : EDGAR FREY LEON HUALLPA

MOTIVO : Análisis Microbiológico

MUESTREO : 02/05/2018 (por el Interesado)

ANÁLISIS : 02/05/2018

RESULTADO : 05/05/2018

PROYECTO : PROYECTO DE TESIS

COORDENADAS : ESTE: 305263.00, NORTE: 8105208.00

RESULTADOS

MUESTRA DE AGUA RESIDUALES	INDICADOR BACTERIOLÓGICO DE CONTAMINACION		
	COLIFORMES TOTALES EN NMP/100 ml DE MUESTRA	COLIFORMES FECALES termotolerante EN NMP/100 ml DE MUESTRA	<i>Echerichia coli</i> EN UFC/100 ml DE MUESTRA
AFLUENTE	2,400	1,300	470
EFLUENTE	380	130	89

Método: Método propuesto por la Organización Internacional de Químicos Asociados Coliformes fecales NMP Bajo la norma mexicana NMX-AA-42

Observación: Las muestras se recibieron en el Laboratorio de Microbiología.-----

Balbino Lorgio Palacios Frisancho
 BIÓLOGO
 C.B.P. Nº 2125



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ASUNTO : ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL (BIODIGESTOR)

PROCEDENCIA : DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DISTRITO DE TORATA, ANEXO CHIBAYA BAJA.

INTERESADO : EDGAR FREY LEON HUALLPA

MOTIVO : Análisis Microbiológico

MUESTREO : 17/05/2018 (por el Interesado)

ANÁLISIS : 17/05/2018

RESULTADO : 20/05/2018

PROYECTO : PROYECTO DE TESIS

COORDENADAS : ESTE: 305263.00, NORTE: 8105208.00

RESULTADOS

MUESTRA DE AGUA RESIDUALES	INDICADOR BACTERIOLÓGICO DE CONTAMINACION		
	COLIFORMES TOTALES EN NMP/100 ml DE MUESTRA	COLIFORMES FECALES termotolerante EN NMP/100 ml DE MUESTRA	<i>Echerichia coli</i> EN UFC/100 ml DE MUESTRA
AFLUENTE	2,400	1,100	380
EFLUENTE	230	120	47

Método: Método propuesto por la Organización Internacional de Químicos Asociados Coliformes fecales NMP Bajo la norma mexicana NMX-AA-42

Observación: Las muestras se recibieron en el Laboratorio de Microbiología.....

Palacios
 Balbino Lorgio Palacios Frisancho
 BIÓLOGO
 C.S.P. N° 2125



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
LABORATORIO DE ECOLOGÍA ACUÁTICA



ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

ASUNTO : ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL (BIODIGESTOR)

PROCEDENCIA : DEPARTAMENTO DE MOQUEGUA, PROVINCIA MARISCAL NIETO, DISTRITO DE TORATA, ANEXO CHIBAYA BAJA.

INTERESADO : EDGAR FREY LEON HUALLPA

MOTIVO : Análisis Microbiológico

MUESTREO : 31/05/2018 (por el Interesado)

ANÁLISIS : 31/05/2018

RESULTADO : 03/06/2018

PROYECTO : PROYECTO DE TESIS

COORDENADAS : ESTE: 305263.00, NORTE: 8105208.00

RESULTADOS

MUESTRA DE AGUA RESIDUALES	INDICADOR BACTERIOLÓGICO DE CONTAMINACION		
	COLIFORMES TOTALES EN NMP/100 ml DE MUESTRA	COLIFORMES FECALES termotolerante EN NMP/100 ml DE MUESTRA	<i>Echerichia coli</i> EN UFC/100 ml DE MUESTRA
AFLUENTE	2,400	1,300	470
EFLUENTE	440	150	111

Método: Método propuesto por la Organización Internacional de Químicos Asociados Coliformes fecales NMP Bajo la norma mexicana NMX-AA-42

Observación: Las muestras se recibieron en el Laboratorio de Microbiología.-----

[Firma]
 Balbino Lorgio Palacios Frisancho
 BIÓLOGO
 C.B.P. N° 2135



de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5°.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

469446-6

AMBIENTE

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

DECRETO SUPREMO
N° 003-2010-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32° de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permissible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su determinación corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permissible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;

Que el artículo 14° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28° el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,

implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2°.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- **Límite Máximo Permissible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Protocolo de Monitoreo:** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3°.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3. Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

Artículo 4°.- Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Artículo 5°.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6°.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Unico Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3° de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5° de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Unico Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Unico Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.

Artículo 2°.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.

Artículo 3°.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4°.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
Ministro del Ambiente

469445-1



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO PUNO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA



ENCUESTA

“EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LOS BIODIGESTORES EN EL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESÍDUALES DOMESTICAS EN LA LOCALIDAD DE CHIBAYA BAJA – TORATA – MOQUEGUA”

La presente encuesta, ha sido elaborada con la finalidad de obtener información sobre el conocimiento de operación y mantenimiento de los biodigestores. Para tal efecto solicitamos que se nos brinde la información, para el llenado de la presente encuesta, cuya información será eminentemente confidencial. Anticipadamente se agradece su apoyo.

I. DATOS GENERALES

1.1. Edad

- a) 18 a 24 años
- b) 25 a 29 años
- c) 30 a 34 años
- d) 35 a 39 años
- e) 39 años a más

1.2. Sexo: a) Masculino () b) Femenino ()

1.3. ¿Cuál es su nivel educativo?

- a) Sin instrucción
- b) Primaria completa
- c) Primaria incompleta
- d) Secundaria completa
- e) Secundaria incompleta
- f) Superior completa
- g) Superior incompleta

1.4. ¿Cuántas personas viven en su vivienda?

- a) 01 personas
- b) 02 personas
- c) 03 personas
- d) 04 personas
- e) 05 personas

II. USO Y FUNCIONALIDAD DE LOS BIODIGESTORES.

2.1. ¿Sabe ud. Para que sirve un biodigestor?

- a) Si
- b) No

2.2. ¿Ud. realiza la operación y mantenimiento de su biodigestor?

- a) Si
- b) No

2.3. ¿Ud. tiene conocimiento para realizar la correcta operación y mantenimiento de su biodigestor?

- a) Si
- b) No

2.4. ¿Cada cuánto tiempo realiza su operación y mantenimiento de su biodigestor?

- a) cada 6 meses.
- b) cada 12 meses.
- c) cada 18 meses
- d) cada 24 meses
- e) no se realizó nunca.

2.5. ¿Ud. Fue Capacitado antes, durante o después de la ejecución del proyecto sobre la operación y mantenimiento de los biodigestores?

- a) Si
- b) No

2.6. ¿Ud. Estaría interesado en recibir capacitación acerca de la correcta operación y mantenimiento de los biodigestores?

- a) Si
- b) No

Gracias...
Por su apoyo!