

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



**“EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DEL
BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SANQUIRA –
YUNGUYO”**

TESIS

PRESENTADO POR:

Br. ROLANDO JESUS MANCHA CUTIPA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRICOLA

PUNO – PERÚ

2015

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRICOLA

“EVALUACION DE LA EFICIENCIA DEL FUNCIONAMIENTO DEL
BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SANQUIRA –
YUNGUYO”

TESIS PRESENTADO POR:

BACHILLER ROLANDO JESUS MANCHA CUTIPA

PARA OPTAR EL TITULO DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

:



Dr. EDUARDO FLORES CONDORI

PRIMER MIEMBRO

:



Ing. EDILBERTO HUAQUISTO RAMOS

SEGUNDO MIEMBRO

:



M.Sc. ROBERTO ALFARO ALEJO

DIRECTOR DE TESIS

:



M.Sc. AUDBERTO MILLONES CHAFLOQUE

PUNO – PERÚ

2015

ÁREA : Ingeniería y Tecnología

TEMA : Saneamiento rural

LÍNEA : Ingeniería de Infraestructura Rural

DEDICATORIA

La concepción de este proyecto y toda mi carrera universitaria se lo agradezco primero a **Dios** por ser quien me ha dado las fuerzas necesarias para continuar luchando día tras día y seguir adelante rompiendo todas las barreras que se me presentan.

A mis padres **Simeón Mancha Rojas** y **Regina Flora Cutipa Quispe**, pilares fundamentales en mi vida. Sin ellos, jamás hubiese podido conseguir lo que hasta ahora he logrado. Su abnegado amor, tenacidad, sacrificio y lucha insaciable han hecho de ellos el gran ejemplo a seguir y destacar, no solo para mí, sino para mis hermanos y familia en general gracias por conducirme por el camino del intelecto y del conocimiento, y por enseñarme con su ejemplo.

A todos mis hermanos, gloria a ellos por su apoyo constante para la culminación del presente trabajo de tesis quienes supieron brindarme su apoyo incondicional.

A mi Amada **Vilma Pérez Rodríguez** por darme su apoyo, comprensión y ánimo que me brinda día a día para alcanzar nuevas metas, tanto profesionales como personales. Ella presento gran esfuerzo y tesón en momentos de decline y cansancio.

A mis Hijos **Mathius Ivanobich Mancha Pérez**, **Guianela Keidy Mancha Pérez** y **al que viene** que están creciendo a mi lado y que son el motor que me obliga a funcionar y ser cada día el mejor.

Hijos míos son los amores de mi vida y todo lo hago por ustedes, recuerden que siempre cuentan conmigo y siempre les voy a amar.

Rolando Jesus Mancha Cutipa

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano y en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola por haberme formado en sus claustros Universitarios.

Al M.Sc. Audberto Millones Chafloque
Director del presente trabajo de Tesis por sus
acertados consejos y orientaciones.

A todos los compañeros de la promoción, a todas las personas y amigos que desinteresadamente contribuyeron de una u otra manera en el desarrollo del presente trabajo de tesis.

CONTENIDO

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
1.1. Generalidades.....	1
1.2. Planteamiento del problema.	2
1.3. Justificación.....	4
1.4. Antecedentes	6
1.5. Objetivos	7
1.5.1. Objetivo general.....	7
1.5.2. Objetivos específicos.	7
1.6. Hipótesis general.	8
1.6.1. Hipótesis específicas.	8
CAPITULO II: MARCO TEORICO	9
2.1. Evaluación del proyecto	9
2.1.1. Evaluación.	9
2.1.2. Eficiencia.	12
2.1.3. Funcionamiento.	14
2.2. Biodigestor.....	15
2.2.1. ¿Qué es un biodigestor?.....	15
2.3. Muestreo en poblaciones finitas.....	18

2.3.1. Conceptos estadísticos básicos.....	18
2.3.1. Métodos de muestreo.	19
2.4. Aguas residuales.....	22
2.4.1. Composición de las aguas residuales.....	24
2.5. Características de las aguas residuales.....	29
2.5.1. Características físicas.....	30
2.5.2. Características químicas.....	33
2.5.3. Características biológicas.	39
2.5.4. Procesos y métodos de tratamiento de las aguas residuales.	42
2.6. Tecnologías y tipos de letrinas para la disposición sanitarias de excretas. 44	
2.6.1. Descripción técnica de UBS de arrastre hidráulico con biodigestor.....	45
2.6.2. El biodigestor.	51
CAPITULO III: METODOLOGIA Y MATERIALES DE INVESTIGACIÓN.	63
3.1. Aspectos generales.....	63
3.1.1. Ubicación política.....	63
3.1.2. Ubicación geográfica.	64
3.1.3. Límites.	64
3.1.4. Creación.	64
3.1.5. Accesibilidad.....	64
3.1.6. Identificación del área de influencia de estudio.	65

3.2. Materiales y equipos a utilizar.....	67
3.2.1. Materiales de gabinete:.....	67
3.2.2. Materiales de escritorio.....	67
3.2.3. Software que se utilizó.....	68
3.2.4. Equipos y herramientas utilizados en campo.....	68
3.3. Metodología utilizada.....	68
3.3.1. Recopilación de información.....	68
3.3.2. Identificación.....	70
3.3.3. Muestreo y evaluación de aguas residuales.....	70
3.3.4. Procesamiento de datos y análisis de parámetros.....	71
3.3.5. Procesamiento y evaluación de los resultados.....	73
3.3.6. Eficiencia del biodigestor en el tratamiento de aguas residuales.....	74
3.3.7. Muestreo de población finita en el centro poblado de Sanquirá.....	74
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	78
4.1. Eficiencia de remoción del sistema del biodigestor autolimpiable.....	78
4.1.1. Calidad fisicoquímico y bacteriológico del agua residual.....	79
4.2. El grado de información sobre el uso del sistema del biodigestor.....	85
4.2.1. Estudio de género de los encuestados.....	85
4.2.2. Estudio de la edad de los encuestados.....	86
4.2.3. Estudio del uso del biodigestor.....	88

4.2.4. Estudio de las razones del porque no se utiliza el biodigestor.....	89
4.2.5. Estudio del grado de satisfacción de la instalación de la UBS.....	91
4.2.6. Estudio de la existencia de agua potable en el domicilio.....	92
4.2.7. Estudio sobre la información que tienen acerca del uso, mantenimiento y limpieza del biodigestor.....	94
4.2.8. Estudio sobre la calidad de infiltración del pozo percolador.	95
4.3. Discusión de los resultados.	97
4.3.1. Evaluación de los resultados de la remoción de aguas residuales por el sistema del biodigestor.	97
4.3.2. Evaluación de los resultados del grado de información del uso del sistema del biodigestor.	98
CAPITULO V: CONCLUSIONES.....	103
CAPITULO VI: RECOMENDACIONES	105
CAPITULO VII: BIBLIOGRAFIA.....	107
ANEXOS	109
ANEXO 1.....	110
PANEL FOTOGRAFICO.....	110
ANEXO 2.....	117
RESULTADOS DE LABORATORIO	117
ANEXO 3.....	121

PLANOS DE DETALLE	121
ANEXO 4	121
NORMAS LEGALES	121
ANEXO 5	121
ENCUESTAS	121

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Tiempo de retención recomendable según temperaturas.....	16
Cuadro 2: Ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de aleatorio	21
Cuadro 3: Principales constituyentes de las aguas residuales a reducir	28
Cuadro 4: Dimensiones del biodigestor.....	55
Cuadro 5: Características de la cámara de extracción de lodos	56
Cuadro 6: Capacidades del Biodigestor Rotoplas	57
Cuadro 7: Vías de acceso al centro poblado de Sanquira	65
Cuadro 8: Variación de seguridad Z variá así	76
Cuadro 9: Demanda bioquímica de oxígeno Sanquira 2015.....	80
Cuadro 10: Demanda química de oxígeno Sanquira 2015.....	81
Cuadro 11: Sólidos suspendidos totales Sanquira 2015	82
Cuadro 12: Aceites y grasas Sanquira 2015	83

Cuadro 13: Coliformes totales Sanquira 2015.....	84
Cuadro 14: Coliformes fecales Sanquira 2015.....	85
Cuadro 15: Resumen de la eficiencia de remoción Sanquira 2015.....	85
Cuadro 16: La pregunta ¿Cuál es su género?	86
Cuadro 17: La pregunta ¿Cuál es su edad?	87
Cuadro 18: La pregunta ¿Usted actualmente utiliza el sistema del biodigestor? .	89
Cuadro 19: La pregunta Sí Ud. no utiliza el sistema del biodigestor ¿Cuáles son los motivos?	90
Cuadro 20: La pregunta ¿Usted está satisfecho con la calidad que se le instalaron su UBS?	92
Cuadro 21: La pregunta En su domicilio ¿Cuenta con el sistema de agua potable?	93
Cuadro 22: La pregunta Usted ¿sabe sobre cómo deba hacer su uso y mantenimiento de su biodigestor?.....	94
Cuadro 23: La pregunta a usted ¿Alguna vez se le ha rebosado el pozo de percolación?.....	96
Cuadro 24: Análisis comparativo de los límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR	97
Cuadro 25: preguntas del género y las razones por la que no hace uso del biodigestor.....	99

Cuadro 26: Las preguntas del género y el grado de información del uso del biodigestor.....	101
--	-----

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico 1: Métodos de muestreo aleatorio	20
Gráfico 2: Métodos de muestreo no aleatorio.....	21
Gráfico 3: Porcentaje de género de los encuestados:.....	86
Gráfico 4: Histograma de las edades de los encuetados	88
Gráfico 5: frecuencia de uso del biodigestor	89
Gráfico 6: Los motivos por las que no utiliza el sistema del biodigestor.....	91
Gráfico 7: El grado de satisfacción por la instalación de la UBS	92
Gráfico 8: La existencia de agua potable	93
Gráfico 9: El grado de información sobre el uso y mantenimiento de biodigestor	95
Gráfico 10: Rebose del pozo percolador	96
Gráfico 11: Según género y las razones por las que no utiliza el biodigestor	100
Gráfico 12: Género y grado de información del uso del biodigestor.....	102

INDICE DE IMÁGENES

Imagen 1: UBS de arrastre hidráulico con biodigestor	46
Imagen 2: Biodigestor autolimpiable con zanjas de infiltración	51

Imagen 3: Partes del biodigestor autolimpiable	53
Imagen 4: Características del biodigestor	55
Imagen 5: Dimensiones de la cámara de extracción de lodos	56
Imagen 6: Pozo de Percolación.....	60
Imagen 7: Comprobando la existencia de agua potable con los niños del PRONOEI Korcori	111
Imagen 8: Toma de muestra del afluente en el PRONOEI Korcori	111
Imagen 9: Pozo percolador sin utilizar	112
Imagen 10: Pozo percolador abierto para muestreo del efluente.....	112
Imagen 11: Inodoro lleno de papeles falta de información del uso del biodigestor	113
Imagen 12: Caseta sanitaria utilizada como almacén	113
Imagen 13: Realizando preguntas aprovechando la reunión	114
Imagen 14: Cartel de obra del proyecto realizado.....	114
Imagen 15: Utilización de agua potable de un proyecto con más de 25 años de antigüedad.....	115
Imagen 16: Instalación del biodigestor autolimpiable	116
Imagen 17: Pozo de percolación del proyecto realizado	116

RESUMEN

El presente trabajo de investigación que se realizó en el Centro Poblado de Sanquira, distrito de Yunguyo, tiene como objetivos: Evaluar la eficiencia de remoción de aguas residuales domésticas que ocurre en el sistema del biodigestor autolimpiable; para lo cual se han analizado los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del efluente y se hizo la comparación con los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM. Los resultados obtenidos del efluente en el laboratorio conforme a la eficiencia de remoción del sistema son: demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5) 28.24%, demanda química de oxígeno (DQO) 26.44%, aceite y grasas 62.03%, sólidos totales en suspensión (SST) 57.16%. También se determinó la eficiencia de remoción de coliformes totales 47.41% y coliformes fecales 33.60%. Se realizó el análisis comparativo de parámetros evaluados con los límites máximos permisibles (LMP), de los cuales no cumplen con los LMP para ser descargados a cuerpos receptores sin generar contaminación la (DBO) y la (DQO). El grado de información acerca del uso, mantenimiento y limpieza del biodigestor autolimpiable que tienen los usuarios del proyecto, es muy lamentable ya que el 42.86% de la población encuestada no tiene ni idea del adecuado uso que deba hacer al sistema del biodigestor y el 28.57% conoce muy poco, también se pudo ver que el 65.63% de la población encuestada no hace uso del sistema del biodigestor.

Palabras clave: biodigestor autolimpiable, aguas residuales domésticas, Sanquira, análisis fisicoquímico, análisis bacteriológico.

ABSTRACT

This research work was conducted in the Town Center Sanquira, Yunguyo district, it aims to evaluate the efficiency of removal of domestic wastewater occurs in the digester self-cleaning system; for which we have analyzed the physical-chemical and bacteriological parameters of the effluent and the comparison was made with the limits set by the MINAM. The results of the laboratory according to the removal efficiency of the system, which evaluated are: biochemical oxygen demand (BOD 5) 28.24%, chemical oxygen demand (COD) 26.44% 62.03% oil and grease, total suspended solids (TSS) 57.16%. The removal efficiency of 47.41% of total coliforms and fecal coliforms 33.60% was determined. Comparative analysis of parameters evaluated with the maximum permissible limits (LMP), which do not meet the LMP to be downloaded to receiving bodies without generating the pollution (BOD) and (COD) was performed. The degree of information about the use, maintenance and cleaning of the digester self-cleaning with project users, it is very unfortunate as the 42.86% of the surveyed population has not idea of the need to make proper use of the digester system and 28.57% knows very little, he could also see that the 65.63% of the survey population does not use the digester system.

Keywords: self-cleaning biodigester, domestic sewage, Sanquira, physicochemical analysis, bacteriological analysis.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Generalidades

La inadecuada disposición de las 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 la ingestión de agua y alimentos contaminados, higiene deficiente, aguas negras sin tratar dispuestos inadecuadamente, es indispensable para el desarrollo integral de las comunidades contar con sistemas de tratamiento de aguas residuales y un estricto control de la eficiencia del funcionamiento del Biodigestor Autolimpiable.

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 operaciones y procesos. Todos estos se basan en fenómenos físicos, químicos y biológicos. Sin embargo,

casi todas las plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas se conciben con base en procesos biológicos.

Este trabajo de investigación describe la experiencia de la eficiencia de la evaluación en el tratamiento de excretas con biodigestor autolimpiable que se realizó en el Centro Poblado de Sanquira, Distrito de Yunguyo, Provincia de Yunguyo, en la cual se puede detallar con claridad que estos proyectos no han sido ejecutados de la manera correcta ya que la deficiencia que se tiene en este centro poblado es el desconocimiento en su mayoría acerca del uso y mantenimiento del biodigestor. Y la más resaltante es la falta de agua para su utilización, también se pudo apreciar la saturación de los pozos percoladores mas que todo en las riberas del lago Titicaca.

1.2. Planteamiento del problema.

El problema de falta de conocimiento acerca del uso, mantenimiento, limpieza del biodigestor autolimpiable para su correcto funcionamiento ha sido la causa para realizar este estudio de investigación, para así hacer llegar los resultados obtenidos a los futuros proyectos, ya que si no se contempla en los expedientes técnicos la parte de la capacitación al usuario, o si no se llega a concientizar acerca de los beneficios que trae este tipo de proyectos, simplemente los resultados son negativos y muy dañinos para el país, ya que por lo general este tipo de proyectos de saneamiento rural desembolsan una buena cantidad de dinero.

El problema de la contaminación del subsuelo se ha dado desde la antigüedad; ya que aparecen relatos de las culturas e imperios antes de cristo, este problema es local, regional y mundial.

Los cuerpos receptores como el mar, ríos, lagos y en muchas ocasiones las aguas subterráneas, no han sido capaces por si solas de absorber y neutralizar la carga polucional que genera la industria. Por lo tanto estos volúmenes de agua han venido perdiendo sus condiciones naturales de apariencia física y su capacidad para sustentar una vida acuática sana que responda el equilibrio ecológico que se espera de ellos para preservar los cuerpos de agua.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), menciona que cada año mueren aproximadamente 3.3 millones de personas a causa de la enfermedad diarreica aguda (EDA) y un estimado de 1.5 mil millones sufren de infecciones parasitarias causadas por la contaminación del ambiente. Particularmente en el Perú, el ministerio de salud registro 1´168,648 casos de EDA de los cuales 700 mil fueron niños menores de cinco años.

Presenta mayor importancia, desde el punto de vista de saneamiento ambiental, la necesidad del tratamiento de aguas residuales generadas en el Centro Poblado de Sanquira, ya que a partir de las mismas en la parte alta de este centro poblado se realiza la recarga de los acuíferos. Además el vertimiento de estas aguas residuales, dependiendo del grado de descarga, ocasiona problemas de contaminación en el Lago Titicaca, en el suelo, en las aguas

subterráneas y en el aire, lo que puede generar problemas graves de salud pública.

Estas aguas residuales antes de ser vertidas en las masas receptoras deben recibir un tratamiento adecuado, el cual sea capaz de mejorar sus condiciones físicas, químicas y microbiológicas a tal grado que su disposición final no provoque problemas de contaminación en el medio ambiente. El biodigestor como alternativa en el tratamiento de aguas residuales, deben ser diseñados, construidos y operados con el objeto de convertir las aguas residuales, a través de los procesos depurativos, en un efluente final aceptable y al mismo tiempo disponer adecuadamente de los sólidos separados durante el tratamiento.

De acuerdo con esto, se definió como objetivo central de esta investigación realizar una metodología que permita evaluar la eficiencia de remoción y la eficiencia de uso y mantenimiento del biodigestor autolimpiable, utilizados para el tratamiento de las aguas residuales domésticas en el Centro Poblado de Sanquira, Distrito de Yunguyo, Provincia de Yunguyo, para interpretar también sobre el grado de conocimiento que tienen los beneficiarios para poder manipular y utilizar el biodigestor autolimpiable.

1.3. Justificación.

El presente trabajo de investigación nos permite conocer la falta de información para la buena operación y mantenimiento del biodigestor autolimpiable, acerca de que como los usuarios están preparados para este tipo

de proyectos y el grado de eficiencia de remoción que ofrecen los proyectos de esta naturaleza denominados biodigestor autolimpiable.

A través de la investigación se pretende también conocer la eficacia de remoción de las bacterias anaeróbicas cuando están sometidas a las temperaturas bajas de la zona de investigación, o incluso la investigación puede ser de aporte para toda la sierra del Perú, porque según las investigaciones bibliográficas se da a entender que las bacterias digieren las excretas a una temperatura ambiente y que además estos biodigestores no estarían diseñadas para las temperaturas bajas.

Si esto fuese el caso la salud de la población estaría vulnerable a cualquier enfermedad. En la actualidad existen cambios muy acelerados con presencia de enfermedades raras, por lo que prima la necesidad de respuestas efectivas, con resultados que satisfagan las necesidades y expectativas en cuanto al cuidado de la salud pública de los seres vivos y del medio ambiente.

Sin embargo existe entonces la necesidad de realizar un gran esfuerzo tanto por parte de los gobiernos como de los técnicos que laboran y asesoran en el tratamiento de efluentes, para tratar de generar datos y estadísticas, producto de investigaciones locales del funcionamiento y operación de sistemas de tratamiento, con la finalidad de proponer criterios de funcionamiento acordes con la ecología de la región, de tal manera que se contribuya a la disminución de la creciente contaminación de los recursos hídricos como el agua. Es pues fundamental determinar cuáles son los problemas que confrontan estos sistemas

y cuáles son las consecuencias ambientales del vertimiento de sus efluentes, de manera de plantear alternativas técnicas para la solución de esta situación.

1.4. Antecedentes

Durante la década del 90, el país realizó un gran esfuerzo para incrementar la cobertura de servicios de agua y saneamiento. Cerca de 400 millones de dólares fueron invertidos a través de distintas instituciones, tanto públicas como privadas, para atender la demanda de servicios de agua y saneamiento en el medio rural, principalmente en localidades menores de 2 000 habitantes, donde el Fondo de Compensación y Desarrollo Social (FONCODES) ha sido y es el principal organismo de financiamiento de las inversiones en estos servicios (durante la década del 90 financió cerca del 80%). No obstante de las cuantiosas inversiones efectuadas, aún queda mucho por atender: alrededor de 3,3 millones de habitantes necesitan servicio de agua potable y 6,2 millones, servicio de disposición sanitaria de excretas.

Se calcula que el 60% de los sistemas existentes carecen de Juntas Administradoras de Servicios de Saneamiento (JASS), que se encarguen de la administración, operación y mantenimiento de la infraestructura construida y, por lo tanto, la calidad de los servicios, expresada en términos de cantidad, continuidad y calidad del agua es deficiente. La experiencia de estos últimos años ha evidenciado que la construcción de infraestructura como único componente en las intervenciones, olvidando aspectos culturales y socioeconómicos determinantes, como: participación de la comunidad en la

planificación, ejecución, administración, operación y mantenimiento de los proyectos, y la educación sanitaria, ha incidido en la baja sostenibilidad de los servicios y como consecuencia no se ha logrado rentabilidad de las inversiones efectuadas.

Tesis “Monitoreo y Evaluación del Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas con Biodigestores en la comunidad de Alto Ayracollana – Provincia de Espinar Cusco 2014”, presentado por el Br. Erick Salvador Espillico Condori.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general.

Determinar la eficiencia del biodigestor autolimpiable a través de una evaluación del tratamiento primario de las aguas residuales en función a los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos, con el fin de conocer la contaminación que genera este sistema.

1.5.2. Objetivos específicos.

Evaluar la eficiencia de remoción del sistema del biodigestor autolimpiable analizando los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos del efluente y comparar con los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM.

Evaluar el grado de información que tienen los beneficiarios acerca del uso, mantenimiento y limpieza del biodigestor autolimpiable.

1.6. Hipótesis general.

Existe una relación de influencia significativa entre en tratamiento óptimo del aguas residuales con el buen funcionamiento del biodigestor en el Centro Poblado de Sanquira.

1.6.1. Hipótesis específicas.

El grado de información acerca del uso, mantenimiento y limpieza del biodigestor autolimpiable es aceptable.

La remoción de las aguas residuales en el biodigestor autolimpiable es óptima y aceptable de acuerdo a los límites máximos permisibles establecidos por el MINAM.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Evaluación del proyecto

2.1.1. Evaluación.

(Tobón, 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 interrogantes 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.

(Comité, 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.

2.1.1.1. Objetivos de la evaluación.

Según la propuesta de (Comité, 1988), los objetivos específicos de la evaluación se traducen en:

- i) Medir el grado de pertinencia, idoneidad, efectividad y eficiencia de un proyecto.
- ii) Facilitar el proceso de toma de decisiones para mejorar y/o modificar un programa o proyecto.
- iii) Establecer a que grado se ha producido otras consecuencias imprevistas.

Con relación a los principios inherentes a la evaluación, es necesario destacar que estos se orientan fundamentalmente a:

- (a) Validez. Se cumple con este requisito cuando la evaluación mide alguna manera demostrable y controlable, aquello que trata valorar libre de cualquier tipo de distorsión. De ahí que emanen diferentes métodos de validación, entre los que se identifican: Validez pragmática, predictiva y concurrente.
- (b) Confiabilidad o Fiabilidad. La evaluación es confiable o segura cuando se aplica a un mismo individuo o grupo o al mismo tiempo por sujetos investigadores diferentes, proporcionando resultados iguales o parecidos.
- (c) Objetividad. Los hechos deben ser evaluados a partir del contexto en que estos se suscitan, es decir; tal y como se presentan en realidad. Es necesario ejercer un control sobre los factores que intervienen en dicha realidad para evitar posibles distorsiones.
- (d) Practicidad. El criterio de utilidad juega un papel determinante. Se deben emplear herramientas de evaluación sencillas y no introducir instrumentos sofisticados. El modelo de evaluación que se seleccione debe cumplir con esta regla, para poder plantear conclusiones y recomendaciones claras y precisas.
- (e) Oportunidad. Es necesario que la evaluación se implemente justo en el momento que sea posible introducir correctivos en el programa o proyecto.

2.1.1.2. Evaluación técnica.

(Quiroz R., 1972), manifiesta que la evaluación técnica es donde se priorice la intencionalidad de diagnosticar, explorar, verificar el estado de la infraestructura en cuanto a conocimientos previos. Los pasos que se siguen en la evaluación técnica son:

- Acción y efecto de diagnosticar.
- Recopilación de datos.
- Análisis de los datos obtenidos.
- Reconocimiento de problemas y defectos.
- Evaluación del problema.

2.1.2. Eficiencia.

(Serra, 1985), 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, es decir que es aquel talento o destreza de disponer de algo o alguien en partículas con el objeto de conseguir un dado propósito valiéndose de pocos recursos, por ende hace

referencia, en un sentido general, a los medios utilizados y a los resultados alcanzados.

Quizá la idea más extendida de eficiencia sea el concepto de óptimo de Pareto según el cual una asignación de recursos A es preferida a otra B si y solo si con la segunda al menos algún individuo mejora y nadie empeora, es decir, un óptimo paretiano es una asignación de recursos que no puede modificarse para mejorar la situación de alguien sin empeorar la de otro/s.

Michael Scriven (1991), sugiere que si definimos la eficiencia en términos de grado de cumplimiento de unos objetivos predefinidos, resulta ser un mero sinónimo de “éxito” y reconoce que se puede construir una medida que se refiera al logro de algún resultado que puede o no haber sido parte de los objetivos iniciales de la iniciativa.

2.1.2.1. Eficiencia y eficacia.

Formalmente, de acuerdo con las definiciones del Diccionario de la Lengua Española, de la (Real Academia Española, 2013), primero no se encuentran diferencias esenciales entre eficiencia y eficacia. Así, eficiencia es definida como “virtud y facultad para lograr un efecto determinado”, mientras que eficacia es definida como “virtud, actividad, fuerza y poder para obrar”. Como única diferencia entre estas dos definiciones, encontramos que la primera se refiere al logro de un efecto y la segunda enfatiza en la acción.

2.1.2.2. Eficiencia técnica.

(Tobón, 1986), la eficiencia técnica surge de la interpretación de la función de producción como el conjunto de los puntos frontera del conjunto de producción, quedando particionado así el espacio de asignaciones en eficientes (las ubicadas justo sobre la función de producción), las ineficientes (las situadas debajo de la misma) y las imposibles (localizadas más allá). En este sentido, se trata de un concepto puramente técnico puesto que contempla únicamente la relación entre las cantidades de insumos y productos y no sus valores. Este es un elemento que la diferencia de la eficiencia asignativa al precio, la cual supone lograr el coste mínimo de producción de una cantidad determinada de output al cambiar las relaciones proporcionales de las inputs utilizados en función de sus precios y productividades marginales.

La eficiencia técnica examina la relación entre el producto o resultado generado y la cantidad de un determinado insumo utilizado en su generación. En ciertas aplicaciones, la energía sirve como unidad de medición que permite estimar el “costo”.

2.1.3. Funcionamiento.

(Real Academia Española, 2013), en términos generales, la palabra funcionamiento refiere a la ejecución de la función propia que despliega una persona o en su defecto una maquinaria o cosa, en orden a la concreción de una tarea, actividad o trabajo, de manera satisfactoria.

El funcionamiento es básicamente un proceso que se lleva a cabo o pone práctica en algo, en un ámbito como el laborar

Acción y efecto de funcionar. Este verbo hace referencia a ejecutar las funciones que le son propias a algo o alguien o a aquella que marcha resulta bien.

2.1.3.1. Funcionar.

(Real Academia Española, 2013), intr. Dicho de una persona, de una máquina, cosa, etc. ejecutar las funciones que le son propias. Ir, marchar, operar o resultar bien, el objetivo funciona como se esperaba.

2.2. Biodigestor.

2.2.1. ¿Qué es un biodigestor?

(ETERNIT, 2012), un biodigestor es un sistema mediante el cual se genera un ambiente adecuado para que la materia se descomponga con ausencia de oxígeno. A este fenómeno se le llama “digestión anaeróbica”. Este sistema funciona de una manera muy similar al estómago de una persona o un animal, ya que dentro del biodigestor encontramos que viven unas bacterias que descomponen los residuos orgánicos.

2.2.1.1. Digestión anaeróbica.

(Parra Rodríguez, 2006), la digestión anaeróbica consiste en la descomposición de material biodegradable en ausencia de oxígeno para dar

como resultado dos productos principales: biogás (compuesto mayoritariamente por metano) y el lodo estabilizado, conocido como digerido.

Esta tecnología utiliza reactores (biodigestor) cerrados donde se controlan los parámetros para favorecer el proceso de fermentación anaeróbica, un proceso muy conocido ya que también se produce de un modo natural y espontaneo en diversos ámbitos, como por ejemplo en pantanos, en yacimientos subterráneos o incluso en el estómago de los animales.

2.2.1.2. Condiciones para la biodigestion.

a) **La temperatura:** (Quipuzco, 2012), menciona que el diseño de un biodigestor depende directamente de la temperatura ambiente media del lugar donde se va a instalar. La temperatura marcará la actividad de las bacterias que digieran las excretas y cuanto menor sea la temperatura, menor actividad tendrá estas y por tanto será necesario que las excretas estén más tiempo en el interior del biodigestor; marcando de esta manera la temperatura el tiempo de retención.

Cuadro 1: Tiempo de retención recomendable según temperaturas

Temperatura (°C)	10	15	20	25	30	35
T. Retención (Días)	90	60	45	32	30	25

Fuente: Gropelli Citado por Quipuzco (2012).

Según (Gálvez, 2007), hay tres clases de bacterias: Criofílicas, que viven a temperaturas menores de los 20°C, Mesófilas, de 20°C a 45°C, y las Termófilas que viven a temperaturas mayores de los 45°C.

- b) El Nivel de acidez:** (Quipuzco, 2012), determina como se desenvuelve la fermentación del material orgánico. El pH del material debe tener un valor entre 6.5 y 7.5. al estar fuera de este rango neutro la materia orgánica corre el riesgo de pudrirse, ya que se aumenta la actividad relativa de los microorganismos equivocados; esto normalmente produce un olor muy desagradable.

(Santa, 2007), el pH, o potencial hidrogeno es un término utilizado universalmente para expresar la intensidad de las condiciones acidas o básicas de una solución cualquiera. Este influye en gran medida en los procesos de tratamiento biológico de aguas residuales, particularmente en el anaeróbico, porque las bacterias son afectadas en gran medida por sus fluctuaciones.

- c) El Perfecto sellado:** (Quipuzco, 2012), el contenedor debe de estar perfectamente sellado para evitar que entre oxígeno y de esta manera tener un procedimiento anaeróbico adecuado; también evita fugas de biogás (metano).

Otro aspecto importante en los procesos de biodigestión, es el mantener un ambiente estrictamente anaeróbico, esto significa un ambiente en ausencia de oxígeno. El ambiente anaeróbico a diferencia del aeróbico el

cual produce amonio (NH_4) y dióxido de carbono (CO_2) como resultado final, produce metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2).

2.3. Muestreo en poblaciones finitas.

2.3.1. Conceptos estadísticos básicos.

(Morillas, 1990), se hace un estudio de cómo hacer inferencia acerca de la población partiendo de la información suministrada por la muestra. Pero también se puede precisar sobre dos aspectos importantes del proceso de inferencia:

- Como seleccionar los elementos u observaciones de una muestra.
- Como proceder en esa selección y cuál es su tamaño adecuado, si la población no es tan grande (infinita).

Se ha visto como la ciencia estadística es una herramienta fundamental en la investigación económica y empresarial, dado que permite conocer las características de poblaciones concretas, contrastar hipótesis sobre ellas o realizar predicciones sobre su evolución. Dentro de este proceso un componente de gran ayuda para el investigador, que aún no se ha estudiado, es la realización de encuestas. Este va a ser el objeto básico del presente estudio. No obstante, antes de meternos en ello, es conveniente recordar algunos conceptos básicos:

a. Población.

Colectivo objeto del estudio formado por un conjunto de elementos con características similares y sobre el que se pretenden inferir regularidades.

b. Muestra.

Subconjunto de la población o colectivo que se investiga. Debe ser representativa del conjunto de la población.

c. Individuos.

Cada uno de los elementos que forman la población. Los individuos pueden ser:

- Personas físicas: por ejemplo, un cliente de una empresa.
- Personas jurídicas o sociedades: por ejemplo, una empresa hotelera.
- Unidades familiares: por ejemplo, una familia de turistas.

d. Variables cuantitativas.

Caracteres que se observan en los individuos y que son susceptibles de tener valores numéricos: por ejemplo, edad y gasto mensual del encuestado.

e. Atributos.

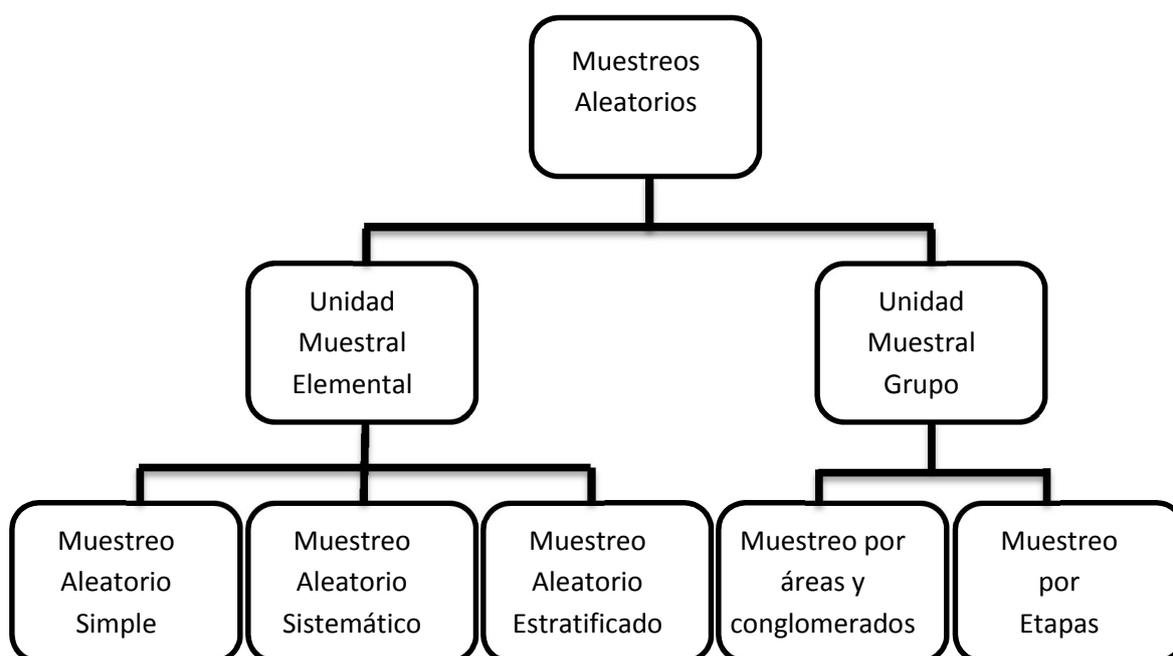
Son variables cualitativas, que no son susceptibles de tomar valores y se expresan mediante modalidades: por ejemplo, sexo del encuestado, medio de transporte al destino, nivel de estudios.

2.3.1. Métodos de muestreo.

(Morillas, 1990), los métodos de muestreo pueden ser de dos tipos: aleatorios y no aleatorios, dependiendo del método de obtención de la muestra. En los primeros, la selección de los elementos de la muestra es aleatoria e independiente de la opinión de cualquier persona (investigador o entrevistador). En los segundos, esta condición no siempre se cumple. En ambos casos, pueden

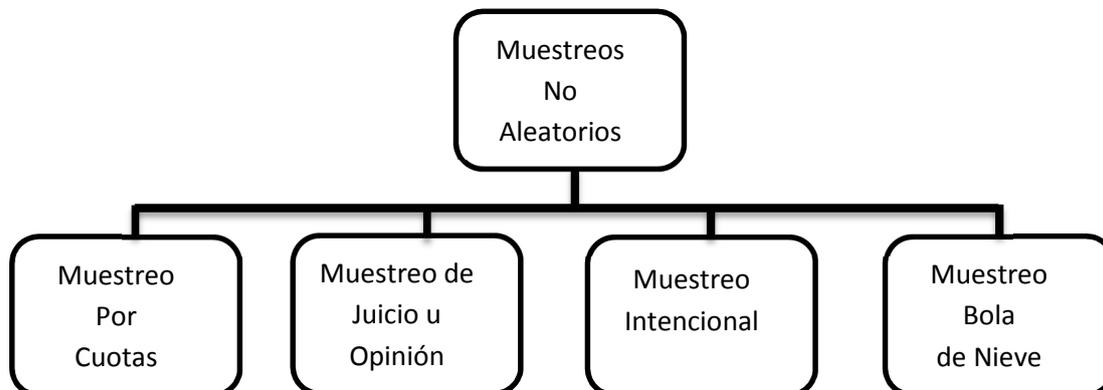
seleccionarse elementos de la población (por ejemplo, empleados) o grupos de elementos (por ejemplo, familias). De esta forma, podemos establecer la siguiente clasificación de los métodos de muestreo:

Gráfico 1: Métodos de muestreo aleatorio



Fuente: A. Morillas 1990.

Gráfico 2: Métodos de muestreo no aleatorio



Fuente: A. Morillas 1990.

Cuadro 2: Ventajas e inconvenientes de los diferentes tipos de aleatorio

	CARACTERISTICAS	VENTAJAS	INCONVENIENTES
Aleatorio simple	Se selecciona una muestra de tamaño n de una población de N unidades, cada elemento tiene una probabilidad de inclusión igual y conocida de n/N.	Sencillo y de fácil comprensión.	Requiere que se posea de antemano un listado completo de toda la población. Caro.
Sistemático	Se necesita un listado de los N elementos de la población. Tras determinar el tamaño muestral n, se define un valor $p = N/n$. Se elige un número aleatorio, k, entre 1 y p (k= arranque aleatorio) y se seleccionan los elementos de la lista que ocupan los lugares.	Fácil de aplicar. Cuando la población está ordenada siguiendo una tendencia conocida, asegura una cobertura de unidades de todos los tipos.	Si la constante de muestreo está asociada con el fenómeno de interés, las estimaciones obtenidas a partir de la muestra pueden contener sesgo de selección

	k, k+p, k+2p,		
Estratificado	En ciertas ocasiones resultará conveniente estratificar la muestra según ciertas variables de interés. Para ello debemos conocer la composición estratificada de la población.	Tiende a asegurar que la muestra represente adecuadamente a la población en función de las variables seleccionadas. Estimaciones más precisas. Su objetivo es conseguir una muestra lo más semejante posible a la población en lo referente a las variables estratificadoras.	Se ha de conocer la distribución en la población de las variables utilizadas para la estratificación.
Conglomerados Etapas	Se seleccionan aleatoriamente cierto número de conglomerados y se investigan todos los elementos de cada uno de ellos. El muestreo por etapas es una generalización, que va de más grandes a más pequeños. Se realizan varias fases de muestreo sucesivas.	Es muy eficiente cuando la población es muy grande y dispersa. No es preciso tener un listado de toda la población, sólo de las unidades últimas de muestreo. Menor coste.	El error estándar es mayor que en el muestreo aleatorio simple o estratificado. El cálculo del error estándar es complejo.

Fuente: A. Morillas 1990.

2.4. Aguas residuales.

(Crites y Tchobanoglous, 2002), las aguas residuales domiciliarias, tal como salen de la casa, contienen distintos contaminantes que, de no ser tratados,

pueden afectar nuestra salud y la calidad del ambiente en el que vivimos. Entre estos contaminantes encontramos:

Microorganismos patógenos (bacterias, Virus, parásitos) que producen enfermedades como la hepatitis, cólera, disentería, diarreas, etc.

Materia orgánica (material fecal, papel higiénico, restos de alimentos, jabones y detergentes) que consume el oxígeno del agua y produce malos olores.

Nutrientes que propician el desarrollo desmedido de algas y malezas acuáticas en arroyos, ríos y lagunas. Otros contaminantes como aceite, ácidos, pinturas, solventes, veneno, etc., que alteran el ciclo de la vida de las comunidades acuáticas.

En las zonas sin servicio de cloacas, las aguas residuales de las viviendas, se vuelcan en pozos absorbentes, conocidos también como pozos ciegos o negros. Estos no siempre funcionan correctamente. A veces se impermeabilizan con grasas y jabones y pierden su capacidad de trabajo. Se deben vaciar frecuentemente con el servicio de un camión atmosférico que resulta muy costoso.

En los lugares donde la napa freática (la primera capa o napa de agua subterránea) está cerca de la superficie del suelo, los pozos se llenan con el agua subterránea y también pierden su función de recepción y absorción de las aguas residuales domiciliarias. Cuando ocurre esto, el pozo rebalsa y su situación suele resolverse mediante una práctica llamada “sangría”, que consiste en desviar los líquidos excedentes del pozo al terreno y/o a zanjas de la vía

pública. Esta “solución” es muy poco recomendable porque produce olores desagradables y nos pone en contacto con las aguas sin tratar, que constituyen un alto riesgo para la salud.

Otro problema que se produce cuando el fondo de los pozos absorbentes se pone en contacto con la napa freática es la contaminación de las aguas subterráneas. Esto tiene graves consecuencias para quienes utilizan la primera napa como fuente de agua de consumo diario, ya que muchas infecciones intestinales se transmiten por esta vía.

El tratamiento de las aguas residuales domiciliarias debe ser entendido como una necesidad, a fin de mantener condiciones adecuadas de salud e higiene para la población, conservar la calidad de las fuentes de agua y propender a un uso racional y sustentable de los recursos acuáticos.

2.4.1. Composición de las aguas residuales.

(Crites y Tchobanoglous, 2002), las aguas residuales están compuestas fundamentalmente por las aguas de abastecimiento de una población, después de haber sido contaminados por diversos usos, desde el punto de vista de su origen resultando de la combinación de los líquidos o desechos arrastrados por el agua, procedentes de las casas de habitación, edificios comerciales e institucionales, junto con los provenientes de los establecimientos industriales y las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que pueden agregarse, la cantidad o volumen de aguas residuales que se produzca varía de acuerdo con la población y depende de los diversos factores.

Las aguas residuales pueden ser originadas por:

- a) Desechos humanos y animales
- b) Desperdicios domésticos.

2.4.1.1. Desechos humanos y animales.

(Crites y Tchobanoglous, 2002), son las exoneraciones corporales que llega a formar parte de las aguas residuales mediante los sistemas hidráulicos de los retretes y en cierto grado los procedentes de los animales que van a dar a las alcantarillas, al ser lavados en el suelo o en las calles. Estos desechos son los más importantes por lo que se refiere a la salud pública, porque pueden contener organismos perjudiciales al ser humano, por lo que su tratamiento seguro y eficaz constituye el principal problema de acondicionamiento y disposición de las aguas residuales.

2.4.1.2. Desperdicios domésticos.

(Crites y Tchobanoglous, 2002), proceden de las manipulaciones de lavado de ropa, baño, desperdicios de cocina, limpieza y preparación de alimentos, etc. Casi todos estos desechos contienen jabones, detergentes, sintéticos que generalmente tienen agentes espumantes y que son de usos común en las labores domésticas. Los desechos de cocina tienen partículas de alimentos y grasas que se están convirtiendo en la parte más importante de los desechos domésticos.

Es por eso que las aguas residuales dependiendo de la cantidad de estos componentes se clasifican en fuerte, medio y débil. Debido a que la concentración como la composición del agua residual va variando con el transcurso de tiempo con el cuadro 2 solo se trata de dar una orientación general para la clasificación de esta agua.

Las aguas residuales son líquidos turbios que contiene material sólido en suspensión. Cuando son frescas, su color es gris y tiene un olor a moho no desagradable flotan en ellas cantidades variables de materia sustancias fecales, trozos de alimentos, basura, papel, astillas y otros residuos de las actividades cotidianas de los habitantes de la comunidad. Con el transcurso del tiempo, el color cambia gradualmente de gris a negro, desarrollándose un olor ofensivo y desagradable y sólidos negros aparecen flotando en la superficie o en todo el líquido. En este caso se denomina aguas residuales sépticas.

Las aguas residuales consisten de los sólidos disueltos y sólidos suspendidos. El agua provee solamente el volumen y es el vehículo para el transporte de los sólidos. Estos sólidos pueden estar disueltos, suspendidos o flotantes.

Los sólidos de las aguas residuales pueden clasificarse en dos grupos generales, según su composición o su condición física. Tenemos así sólidos orgánicos e inorgánicos los cuales a su vez pueden estar suspendidos o disueltos.

Las aguas residuales contienen pequeñas y variables concentraciones de gases disueltos. Entre los más importantes está el oxígeno presente en el agua original del abastecimiento. Este oxígeno que se conoce como oxígeno disuelto es un componente sumamente importante de las aguas residuales, además del oxígeno disuelto las aguas residuales pueden contener otros gases como el bióxido de carbono, que resulta de la composición de la materia orgánica, en nitrógeno disuelto de la atmosfera, el ácido sulfhídrico que se forma por la descomposición de los compuestos orgánicos y ciertos compuestos inorgánicos del azufre.

Aunque estos gases están presentes en pequeñas cantidades, su función es importante en la descomposición y tratamiento de los sólidos de las aguas residuales e indican muy significativamente el progreso de tales procedimientos de tratamiento.

Las aguas residuales contienen también incontables organismos vivos, la mayoría de las cuales son demasiado pequeños para ser visibles, excepto bajo el microscopio. Son la parte viva natural de la materia orgánica que se encuentra en las aguas residuales y su presencia es de suma importancia porque son uno de los motivos para el tratamiento de esta agua y su éxito incluye la degradación y descomposición, puede decirse en razón que ellos son los trabajadores que emplea un operador de planta de tratamiento de aguas residuales y que su éxito puede medirse por su conocimiento y atención a los gustos y aversiones de sus hábitos nutritivos y ambientales. Estos organismos microscópicos vivos

pertencen a los tipos generales, los cuales son bacterias y otros organismos más complejos.

Cuadro 3: Principales constituyentes de las aguas residuales a reducir

CONTAMINANTES	IMPORTANCIA
Sólidos Suspendidos	Forman depósitos de lodo y favorecen las condiciones anaerobias cuando son descargados a los ecosistemas
Materia Orgánica	Compuesta principalmente de proteínas, carbohidratos y grasas; por lo general, se miden en términos de DBO y DQO. Si es descargada sin tratamiento a un cuerpo de agua, reduce en este oxígeno disuelto y desarrolla condiciones anaeróbicas.
Patógenos	Los organismos patógenos existentes en las aguas residuales pueden transmitir enfermedades.
Nutrientes	Tanto el nitrógeno como el fósforo, junto con el carbono, son nutrientes esenciales para el crecimiento. Cuando son descargados en los cuerpos de agua generan crecimiento excesivo de algas y condiciones anaeróbicas.
Contaminantes Importantes	Compuestos orgánicos e inorgánicos que causan alteraciones genéticas, mutaciones, además son cancerígenos.
Materia Orgánica Refractaria	Esta materia orgánica tiende a resistir los métodos convencionales de tratamiento de aguas residuales. Ejemplos típicos incluyen detergentes, fenoles y pesticidas agrícolas.
Metales Pesados	Se encuentran en las aguas residuales provenientes de industrias, pueden ser removidos y reutilizados.

Compuestos Orgánicos Disueltos	El calcio, sodio y sulfato, son adicionados a los sistemas domésticos de abastecimiento de aguas, debiendo ser removidos si se va a usar nuevamente el agua residual.
Temperatura	Ligeramente alta con el agua de beber. Variaciones acorde al año (estaciones). Influye en la actividad microbiana. Influye en la solubilidad de los gases. Influye en la viscosidad.
Color	Aguas frescas: ligeramente gris. Aguas sépticas: gris oscuro o negro.
Olor	Aguas frescas: relativamente desagradable. Aguas sépticas: olor ofensivo, tanto del ácido sulfhídrico como de otros productos de la descomposición.
Turbiedad	Causado por una gran variedad de solidos suspendidos. Las aguas frescas presentan mayor concentración de sólidos.

Fuente: Texto Ingeniería de Aguas Residuales de Metcalf y Eddy (2003).

2.5. Características de las aguas residuales.

(Hernández, 1994), el conocimiento de la naturaleza de las aguas residuales es fundamental para la gestión de la calidad del ambiente y para el establecimiento de normativas o leyes que regulan las concentraciones de los contaminantes presentes en ellos, así como la planificación de proyectos y explotación de las infraestructuras tanto de acopio como de tratamiento y evaluación de las mismas.

Con el propósito de comprender la importancia que tiene la composición de las aguas servidas para el tratamiento de las mismas, se deben tener en cuenta

una serie de conceptos básicos, relacionados con los análisis de laboratorio para líquidos cloacales, los cuales incluyen parámetros de calidad físico, químico y biológico. Cabe destacar que muchos de estos parámetros están relacionados entre ellos. Por ejemplo una propiedad física como la temperatura afecta tanto la actividad biológica como a la cantidad de gases disueltos en ella, las cuales están clasificadas en características químicas.

Podemos presentar los principales parámetros de calidad que deben ser tenidos en cuenta en el tratamiento de las aguas residuales:

2.5.1. Características físicas.

Según (Hernández, 1994), las características físicas de las aguas residuales son:

2.5.1.1. Temperatura.

La temperatura de aguas residuales generalmente es más alta que la del agua de suministro. Las temperaturas registradas en las aguas residuales son más altas que la temperatura del aire durante la mayor parte del año, con valores aproximados entre 10 y 21°C tomando 15.6°C como valor representativo.

La temperatura óptima para el desarrollo de las actividades bacterianas se sitúa entre los 25 y 35°C los procesos de digestión anaeróbica y de nitrificación se detiene cuando se alcanza a los 50°C. A temperaturas alrededor de 15°C las bacterias productoras de metano cesan su actividad mientras que las bacterias nutrificantes autótrofas dejan de actuar cuando la temperatura alcanza valores cercanos a los 5°C.

2.5.1.2. Sólidos Totales.

El agua residual contiene una variedad de materiales sólidos que varían desde hiladas hasta materiales coloidales. Los sólidos domésticos incluyen los procedentes de inodoro, fregaderos, baños, lavaderos, trituradores de basura y ablandadores de agua. Los sólidos totales son los materiales suspendidos y disueltos en el agua. Se obtiene evaporando del agua a 105°C y pesando el residuo. Además este residuo puede ser dividido en los sólidos volátiles en orgánicos y sólidos fijos o inorgánicos.

2.5.1.3. Densidad.

La densidad del agua residual se define como su masa por unidad de volumen, expresado en kg/m³, es una característica física importante del agua residual a la hora de establecer la formación potencial de corrientes de densidad en sedimentares, humedales artificiales y otras unidades de tratamiento.

2.5.1.4. Olor.

Normalmente los olores son debido a los gases liberados durante el proceso de descomposición de la materia orgánica. El agua residual resiente tiene un olor peculiar, algo desagradable, que resulta más tolerante que el agua residual séptica, el olor característico del agua residual séptica es debido a la presencia de sulfuro de hidrogeno que se produce al reducirse los sulfatos o sulfitos por acción de microorganismos anaerobios.

2.5.1.5. Color.

El color en las aguas residuales es causado por solidos suspendidos material coloidal y sustancias en solución. El color causado por solidos suspendidos se llama color aparente mientras que el color causado por sustancias disueltas y coloidales se denomina color verdadero.

En forma cualitativa el color puede ser usado para estimar la condición general del agua residual, si el color es café claro el agua residual lleva aproximadamente 6 horas después de su descarga. Un color gris claro es característico de aguas que ha sufrido algún grado de descomposición o que han permanecido un tiempo en los sistemas de recolección. Si el color es gris oscuro o negro se trata en general las aguas sépticas que han sufrido una fuerte descomposición de la bacteria bajo condiciones anaerobias.

2.5.1.6. Turbiedad.

Nos permite tener una idea, de la cantidad de materiales extraños en suspensión, que pueden estar presentes en las aguas residuales en especial arcillas, limo, materia orgánica finamente dividida, plancton u organismos microscópicos. Se utiliza mayormente para apreciar la calidad de los afluentes de las plantas de tratamiento.

2.5.2. Características químicas.

Según (Hernández, 1994), en las aguas residuales son varias los componentes orgánicos e inorgánicos para la determinación y control de calidad del agua.

Dentro de los parámetros químicos orgánicos más importantes de las aguas residuales, se encuentran las siguientes características químicas.

2.5.2.1. Acidez.

Es la intensidad de acidez y alcalinidad de una muestra de agua. La determinación del pH es útil para regular el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento de las aguas residuales.

En disolución acuosa, la escala de pH varia, típicamente de 0 a 14. Son ácidas las disoluciones con pH menores que 7 (el valor del exponente de la concentración es mayor, porque hay más iones en la disolución) y alcalinas las de pH superiores a 7. Si el disolvente es agua, el pH es igual a 7 indica neutralidad de disolución.

2.5.2.2. Nitrógeno.

En el análisis de aguas residuales se pueden hacer cinco tipos de determinaciones: el amoniaco libre, el amoniaco albuminoide, el nitrógeno orgánico, los nitritos y los nitratos y todos ellos constituyen el nitrógeno total.

El nitrógeno libre y el amoníaco libre considerados conjuntamente son un índice de la materia nitrogenada orgánica contenida en las aguas residuales, y el amoníaco albuminoide puede tomarse como el índice del nitrógeno orgánico descomponible que exista, las aguas residuales recientes y frías, son relativamente ricas en nitrógeno orgánico y pobres en amoníaco libre. Las aguas residuales alteradas y calientes son relativamente ricas en amoníaco libre y pobres en nitrógeno orgánico, la suma de ambos será constante en las mismas aguas residuales, a no ser que parte del amoníaco se haya desprendido a causa de una sección séptica, la concentración total de ambas formas de nitrógeno, es una indicación valiosa de la concentración o fuerza de las aguas residuales y tiene importancia al estudiar el tipo de tratamiento que deba adoptarse.

2.5.2.3. Fosforo.

El fosforo también es importante durante el crecimiento de las algas y otros organismos biológicos. Debido al nocivo crecimiento incontrolado de algas en aguas superficiales se han grandes esfuerzos para controlar la cantidad de compuesto de fosforo, provenientes de descargas de aguas residuales domésticas, industriales y de escorrentía natural.

Las aguas residuales municipales pueden contener entre 4 y 1 miligramos/litro de fosforo expresados como P, las formas más frecuentes que se pueda encontrar el fosforo en soluciones acuosas incluyen otro fosfato, poli fosfatos y fosforo orgánico.

2.5.2.4. Cloruros.

Los cloruros que se encuentran en agua natural procedentes de la disolución de suelos y rocas que los contengan y que están en contacto con el agua.

Las heces humanas, por ejemplo suponen unos 6 gramos de cloruro por persona/día, en lugares la dureza del agua es elevada, los compuestos que reducen la dureza del aguas también son una fuente importante de aportación de cloruros.

El análisis de los compuestos orgánicos se hace para caracterizar aguas residuales tratadas y no tratadas para estimar el desempeño de los procesos de tratamiento y estudiar su comportamiento de las fuentes receptoras.

2.5.2.5. Grasas y aceites.

El termino grasa en global las grasas animales, aceites ceras y otros constituyen presencia en las aguas residuales, la presencia de grasas y aceites puede causar muchos problemas en tanques sépticos, en sistema de recolección y en el tratamiento del agua residual, la mayor parte de estos aceites flotan en el agua residual, aunque una fracción de ellas se incorpora al lodo por los sólidos sedimentables, los aceites, minerales tienden a recubrir las superficies en gran medida que las grasas, aceites y jabones. Las partículas de estos compuestos interfieren en el normal desarrollo de la actividad biológica y son causa de problemas de mantenimiento, por ende la importancia de su eliminación antes del tratamiento.

2.5.2.6. Agentes tenso activos.

Son moléculas orgánicas de gran tamaño, ligeramente solubles en el agua, se acumulan en la interface aire – aguas y son los responsables de la aparición de espumas en las plantas de tratamiento y en la superficie de los cuerpos receptores y de vertidos de agua residual.

Su presencia en las aguas residuales provienen de la descarga de detergentes domésticos, lavanderías industriales y otras operaciones de limpieza, durante el proceso de aireación del agua residual, los tenso activos se acumulan en la superficie de las burbujas de aire creando una espuma muy estable.

2.5.2.7. Compuestos orgánicos volátiles.

Normalmente son considerados compuestos orgánicos volátiles aquellos compuestos orgánicos que tiene su punto de ebullición por debajo de los 100°C y una presión de vapor de 1mm Hg a 25°C.

Estos elementos pueden ser considerados de gran importancia debido a que estos son mucho más móviles una vez que se encuentran en estado gaseoso y pueden ser liberados con mayor facilidad al ambiente, causando riesgos para la salud pública, además de conducir a la formación de oxidantes fotoquímicas.

2.5.2.8. Pesticidas y productos químicos de uso agrícola.

Muchos de estos componentes químicos están catalogados como prioritarios. No son constituyentes comunes de las aguas residuales sino que suelen

encontrarse a nivel de trazas, tales como pesticidas, herbicidas y otros productos químicos de uso agrícola y suelen incorporarse fundamentalmente como consecuencia de la escorrentía de parques, campos agrícolas y tierras abandonadas. Estos compuestos son altamente tóxicos para la mayor parte de las formas de vida y pueden dar como resultado la muerte de peces, contaminación de la carne de pescado y el empeoramiento de calidad de agua suministrada.

2.5.2.9. Demanda química de oxígeno (DQO).

La DQO se utiliza para determinar el contenido de materia orgánica químicamente oxidable, presente en el agua residual. La determinación se lleva a cabo utilizando un oxidante fuerte (bicromato de potasio) en medio ácido y a temperatura elevada. La DQO de un agua residual es por lo general mayor que su DBO ya que es mayor el número de compuestos que pueden ser oxidados por vía química, que aquellos que pueden serlo biológicamente.

Este ensayo suele ser empleado para responder a las objeciones hechas a la prueba de la demanda bioquímica de oxígeno en lo referente al tiempo necesario y a la demanda de oxígeno disuelto en la fase inicial. Ello puede resultar de gran utilidad, dado que es posible determinar la DQO en un tiempo de 03 horas, frente a los 05 días necesarios para determinar la DBO.

2.5.2.10. Proteínas.

Las proteínas son los principales componentes del organismo animal, mientras que su presencia es menos significativa en el caso de organismos vegetales. Están presentes en todos los alimentos de origen animal o vegetal cuando estas están crudas y son los primeros responsables, junto con la urea de la presencia de nitrógeno en las aguas residuales.

2.5.2.11. Hidratos De Carbono.

Los hidratos de carbono incluyen los azúcares, almidones, celulosa y fibra de madera, compuestos todos ellos presentes en las aguas residuales.

2.5.2.12. Gas Metano.

El principal subproducto de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica del agua residual es el gas metano. Este gas se encuentra en pequeñas proporciones en el agua residual, ya que la presencia de oxígeno incluso en pequeñas proporciones tienden a ser tóxicos para los organismos responsables de la producción de metano. No obstante se produce metano durante el proceso de descomposición anaerobia en depósitos acumulados en el fondo de los depósitos de agua.

2.5.2.13. Oxígeno disuelto.

El oxígeno disuelto es necesario para la respiración de los microorganismos aerobios, así como para otras formas de vida, sin embargo este es solo

ligeramente soluble en agua, el oxígeno disuelto en líquidos cloacales puede indicar el grado de frescura o ranciedad de esta agua, como también la necesidad de preverles facilidades para un adecuado control de sus olores.

La determinación del oxígeno disuelto en las aguas residuales es una de las pruebas químicas más significativas especialmente cuando se combina con la prueba del DBO y de estabilidad relativa, pues mientras haya oxígeno disuelto en el agua no tendrá lugar a la putrefacción.

2.5.2.14. Sulfuro de Hidrogeno.

Se forma durante el proceso de descomposición de la materia orgánica que contiene azufre, o en la reducción de sulfitos y sulfates minerales, mientras que su formación queda inhibida en presencia de grandes cantidades de oxígeno. El ennegrecimiento del agua residual y del fango se debe generalmente a la formación de sulfuro de hidrogeno que se combina con el hierro presente para formar sulfuro ferroso (FeS) u otros sulfuros metálicos.

2.5.3. Características biológicas.

Según (Hernández, 1994), en las aguas residuales viven organismos de diversos tamaños. Estas pueden identificarse con la ayuda de un microscopio, completando con la observación de sus reacciones con respecto al medio ambiente, las aguas residuales tienen las siguientes características biológicas.

2.5.3.1. Microorganismos.

Los principales microorganismos presentes en las aguas superficiales y las aguas residuales, están conformados por eucariotas eubacterias y arqueobacterias. Una característica importante de los microorganismos es su habilidad para transformarse en formas resistentes que la hacen a la desinfección por calor o agentes químicos.

2.5.3.2. Bacterias.

El papel que desempeñan las bacterias en los procesos de descomposición y estabilización de la materia orgánica, tanto en el marco natural como en las plantas de tratamiento, es amplio y de gran importancia. Por ello resulta imprescindible conocer sus características funciones, metabolismo y procesos de síntesis. Los coliformes también se emplean como indicadores de la contaminación por desechos humanos.

2.5.3.3. Hongos.

Muchos de los hongos son saprofitos basan su alimentación en materia orgánica muerta. Sin la colaboración de los hongos en los procesos de degradación de la materia orgánica, el ciclo del carbono se interrumpiría en poco tiempo, y la materia orgánica empezaría a acumularse.

2.5.3.4. Algas.

Las algas pueden presentar serios inconvenientes en las aguas superficiales, puesto que pueden reproducirse rápidamente cuando las condiciones son favorables. Puesto que el efluente de las plantas de tratamiento del agua residual suele ser rico en nutrientes biológicos. La descarga de los afluentes en los lagos provoca su enriquecimiento y aumenta su tasa de eutrofización. Uno de los problemas más importantes a que se enfrenta la ingeniería sanitaria en el campo de la gestión de la calidad del agua es la de encontrar el proceso de tratamiento que hay que aplicar a las aguas residuales de diferentes orígenes de modo que los afluentes no favorezcan el crecimiento de algas y demás plantas acuáticas.

2.5.3.5. Protozoo.

Los protozoos como las amebas, los flagelados y los ciliados libres y fijos, tiene una importancia capital tanto en el funcionamiento de los tratamientos biológicos como en la purificación de los cuerpos de aguas ya que son capaces de mantener el equilibrio natural entre los diferentes tipos de microorganismos.

2.5.3.6. Organismos patógenos.

Los organismos patógenos se encuentran en las aguas residuales pueden proceder de desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de una determinada enfermedad. Las principales clases de organismos patógenos presentes en el agua residual son las bacterias, los virus, los protozoos y el grupo de los helmintos, algunos de estos organismos resisten condiciones ambientales

desfavorables, y pueden sobrevivir a los tratamientos convencionales de desinfección de las aguas residuales.

2.5.3.7. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

La DBO es la cantidad de oxígeno requerido para la respiración de los microorganismos responsables de la estabilización (oxidación) de la materia orgánica a través de su actividad metabólica en medio aerobio, la demanda bioquímica de oxígeno representa indirectamente una medida de la concentración de la materia orgánica biodegradable contenida en el agua.

2.5.3.8. Relación entre la (DBO) y la (DQO).

Es posible establecer la relación entre la DBO y la DQO con valores mayores a la unidad indicativa, de que una porción de las sustancias orgánicas oxidables por bicromato no son biodegradables o relativamente resistentes a la degradación biológica. Esta relación puede ser utilizada para cálculos rápidos de la DBO cuando se mantiene más o menos constante dentro de ciertos límites.

2.5.4. Procesos y métodos de tratamiento de las aguas residuales.

(Gálvez, 2007), indica que diversos autores argumentan que el objetivo básico del tratamiento de AR es proteger la salud, promover el bienestar de las personas y proteger el ambiente. Para otros autores, el objetivo es modificar las características del agua de tal forma que el efluente tratado cumpla con los requisitos especificados en la legislación, para ser vertido en un cuerpo receptor

sin causar impactos adversos en el ecosistema o pueda ser reutilizado en otras actividades.

Desde el año 1900 hasta la década de los 70. Los objetivos de tratamiento fueron inicialmente la reducción del material coloidal, suspendido y material flotante. Hasta los 80 los objetivos estaban más relacionados con criterios estéticos y ambientales. Los criterios posteriores se hicieron más exigentes y empezó a considerarse la necesidad de eliminación de nutrientes.

Posteriormente en los años 90 como consecuencia del avance tecnológico, el tratamiento de aguas residuales se enfocó en solucionar los problemas de salud pública causados por sustancias tóxicas y microorganismos patógenos presentes en el agua residual y a desarrollar prácticas que permitan solucionar el problema en la fuente.

Ahora bien, el enfoque tradicional del tratamiento de las AR. difiere totalmente del tratamiento destinado al reúso; para el primer caso, los objetivos se centran en la reducción de los compuestos orgánicos biodegradables, del material flotante y del suspendido. El tratamiento con finalidades de reúso consiste en aprovechar los nutrientes y parte de la materia orgánica, concentrándose básicamente en la reducción de patógenos (OMS. 2006). Los objetivos del reúso pueden ser múltiples, entre ellos se encuentra evitar la sobreexplotación del recurso hídrico fomentar el uso eficiente del agua, prevenir la contaminación, sensibilizar y concientizar la población sobre la importancia del reúso,

complementar instrumentos de prevención y control, se tienen los siguientes procesos.

2.5.4.1. Procesos físicos.

Es el tipo de tratamiento en el cual se llevan cambios a través de la aplicación de fuerzas físicas, para la remoción de partículas flotantes la retención de partículas de gran tamaño y las unidades típicas incluyen: cribado, mezclado, adsorción, deserción, flotación, sedimentación etc.

2.5.4.2. Procesos químicos.

En este tipo de tratamiento la remoción o tratamiento de los contaminantes se realiza mediante la adición de reactivos que llevan a cabo diferentes reacciones químicas disueltas las que producen precipitación química, coagulación y desinfección, presentes en las aguas residuales.

2.5.4.3. Procesos biológicos.

En estos la remoción de contaminantes se realiza a través de la oxidación biológica de la materia orgánica, sustancias orgánicas presentes en las aguas residuales.

2.6. Tecnologías y tipos de letrinas para la disposición sanitarias de excretas.

(CARE P. , 2005), las opciones tecnológicas de saneamiento dependen de muchos factores tales como el grado de tratamiento, tamaño y característica de

la población. Con relación al ámbito rural, las tecnologías que se aplican no son las convencionales, las cuales brindan el servicio de saneamiento a nivel de vivienda y la disposición de las excretas y aguas residuales en áreas circundantes al lote.

El Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural propone (PRONASAR) las siguientes alternativas:

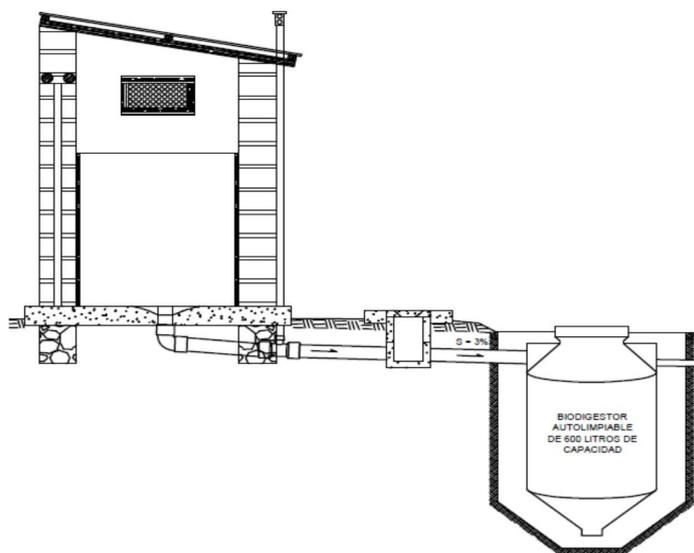
- Letrina de hoyo seco ventilado.
- Letrina, losa turca o inodoro con arrastre hidráulico.
- Letrina de compostaje de doble cámara.
- Otras opciones.

2.6.1. Descripción técnica de UBS de arrastre hidráulico con biodigestor.

2.6.1.1. Unidad básica de saneamiento con arrastre hidráulico.

(Organización Panamericana de la Salud, 2005), una letrina con arrastre hidráulico, es aquella que utiliza agua, en una cantidad suficiente (de 2 a 4 litros) para el arrastre de las excretas hasta un biodigestor, en el cual los desechos orgánicos son sometidos a un proceso de sedimentación y descomposición, y las aguas servidas son dispuestas a pozos o zanjas de infiltración.

Según los términos de referencia proporcionados por el PRONASAR, indican que la disposición de la unidad básica de saneamiento de arrastre hidráulico, se distribuye: CASETA + CAJA DE REGISTRO + BIODIGESTOR + POZO DE PERCOLACIÓN.

Imagen 1: UBS de arrastre hidráulico con biodigestor

Fuente: CARE Perú (PRONASAR 2005).

El empleo de las letrinas con arrastre hidráulico sólo se permitirá en las zonas rurales o urbanas marginales, cuyas condiciones socioeconómicas, disponibilidad de agua y geomorfología permitan su aplicación.

2.6.1.2. Requisitos previos para su empleo.

Según la (Organización Panamericana de la Salud, 2005), guía de diseño de letrinas con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado, requisitos para el empleo de letrinas de arrastre hidráulico, Página N°04, Lima (2005), especifica los siguientes requisitos.

La caseta de la letrina con arrastre hidráulico se ubicará preferentemente al interior de la vivienda. En el caso que se ubique externamente, la distancia a la vivienda no debe ser mayor a 5 m.

- Los hoyos de la letrina con arrastre hidráulico, destinados al almacenamiento de los Líquidos residuales, deberán ubicarse en el exterior de la vivienda y a no menos de 1m del muro exterior de la vivienda.
- Las letrinas con arrastre hidráulico sólo podrán ser construidos en terrenos cuyas características favorezcan su excavación e infiltración de las aguas empleadas en el arrastre de los desechos fisiológicos, además de contarse con área de terreno disponible.
- Las letrinas con arrastre hidráulico no podrán ser construidos en áreas pantanosas, fácilmente inundables, en suelos impermeables o con presencia de arcillas expansivas.
- Las letrinas con arrastre hidráulico podrán ser construidos en terrenos calcáreos o con presencia de rocas fisuradas, siempre que se tomen las medidas de seguridad necesarias.
- No deben contaminarse las aguas subterráneas que puedan entrar en los manantiales o pozos que sirvan de suministro de agua a la población.
- En los lugares donde se proyecte construir los pozos de la letrina no deberán existir sistemas de extracción de agua para consumo humano en un radio de 30 metros alrededor de ellas, y en todos los casos las letrinas deberán ubicarse aguas debajo de cualquier pozo o manantial de agua destinada al abastecimiento para consumo humano.
- Los hoyos de la letrina con arrastre hidráulico deben ser fácilmente accesible para facilitar su limpieza.
- La capa superficial del suelo no debe contaminarse.

- No debe contaminarse las aguas superficiales.

2.6.1.3. Componentes de la UBS – arrastre hidráulico con biodigestor.

- **Caseta:** Compartimiento donde se ubica el aparato sanitario que permite dar privacidad y proteger al usuario de la letrina contra la intemperie, en el momento de realizar sus necesidades fisiológicas. La caseta de la letrina con arrastre hidráulico debe reunir ciertos requisitos deseables como el tamaño, la ventilación, iluminación y facilidad de limpieza.

El material para elaborar la caseta tendrá que ser de la zona, se debe tomar como referencia el material con que están construidas las viviendas. Por ser una zona de con alta precipitación pluvial el techo de la caseta tiene una inclinación mayor del 10% y debe contar con un volado alrededor de la caseta de por lo menos 0.20 m.

Para una adecuada iluminación y ventilación, la caseta cuenta con ventana alta cuyas dimensiones no deben afectar la privacidad del usuario

- **Aparato sanitario:** Artefacto prefabricado destinado a posicionar y brindar comodidad a la persona durante el acto de defecación.

El aparato sanitario empleado en las letrinas con arrastre utiliza el agua para el transporte de los excrementos al hoyo y pueden ser del tipo losa turca que corresponde a la costumbre cultural de hombres, mujeres y niños(as) de defecar al aire libre en cuclillas. La otra opción es la taza o inodoro para la posición de sentado que algunos usuarios optan por mayor comodidad y/o estatus social.

- a. Losa turca: Debe ser de tamaño apropiado entre 15 a 20 sanitario de losa sin tanque con dimensiones estandarizadas.cm. Que impida la posibilidad de que se ensucie la losa.
- b. Inodoro: Aparato sanitario de losa sin tanque con dimensiones estandarizadas.

Para un adecuado arrastre, el agua debe verterse lo más rápidamente posible con ayuda de un balde. No se debe botar papeles u hojas en el hoyo sino en una papelera específica para este uso. Esto para evitar una posible obstrucción del desagüe de la letrina.

El aparato sanitario estará herméticamente unido a las losa del piso de la caseta para impedir el ingreso de insectos o salida de malos olores.

- **Sello hidráulico (trampa):** Es un dispositivo que evita que pase al interior de la caseta las emanaciones (gases de los desagües), procedentes de la evacuación sin afectar la descarga de los mismos, consiste en un cierre hidráulico.
- **Tubo de ventilación:** Es un tubo de PVC de 2" como mínimo y 2.50 m. como alto que está conectada cerca de la trampa, estableciendo una comunicación con el exterior y sobresale por encima del techo de la caseta, teniendo como función desplazar el aire y los gases provenientes del biodigestor y así evitar que se rompa el sello hidráulico.

Si el dispositivo no está dotado de ventilación, se debe prever de una tubería desde el tanque séptico mismo, protegida con una malla.

- **Caja de registro:** Elemento que permite la conexión entre el aparato sanitario y el tanque séptico o biodigestor.
- **Biodigestor:** Un digestor de desechos orgánicos o biodigestor es, en su forma más simple, un contenedor cerrado, hermético e impermeable (llamado reactor), dentro del cual se deposita el material orgánico a fermentar (excremento de humanos) en determinada dilución de agua para que a través de la fermentación anaeróbica se produzca gas metano y fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, y además, se disminuya el potencial contaminante de los excrementos.
- **Pozo de infiltración o pozo de percolación:** Unidad que consiste en un hoyo en el suelo, llenado con canto rodado con diámetro entre 1" y 2", este pozo, será circular y el área será calculada de acuerdo a la capacidad de absorción del terreno.

Tiene por finalidad complementar el tratamiento del efluente, posterior al tratamiento primario, disminuyendo los riesgos de contaminación y daños a la salud pública.

Las paredes serán de mampostería de piedra asentada con mortero en las juntas horizontales, las juntas verticales estarán vacías, permitiendo así, su infiltración, el fondo del piso será de piedra asentada de 6".

- **Redes de evacuación:** Son un conjunto de tuberías de 2" y 4" que transporta los desagües, biodigestor y finalmente al pozo de percolación. El diámetro de la tubería que conecta el inodoro con la entrada del biodigestor será de 4" (100 mm), este diámetro será también el de la tubería

de salida del tanque, debiendo tomarse en cuenta que la cota de salida del biodigestor estará a 0.05 m. por debajo de la cota de entrada para evitar represamientos.

La parte superior de los dispositivos de entrada y salida estarán a por lo menos 0.20 m. Con relación al nivel de las natas y espumas.

La pendiente del conducto entre el aparato sanitario y el ingreso al tanque séptico no será menor al 3%.

2.6.2. El biodigestor.

Según (CARE P. , 2005), describe los siguientes aspectos del biodigestor.

Imagen 2: Biodigestor autolimpiable con zanjas de infiltración



Fuente: Rotoplast (2013).

2.6.2.1. Funcionamiento.

El tanque biodigestor, es un sistema que se conecta a los desagües de la vivienda y recibe directamente los desechos generados, los cuales son sometidos a un proceso de descomposición natural, separando y filtrando el líquido a través de un filtro biológico anaeróbica, que atrapa la materia orgánica y deja pasar únicamente el agua tratada, la cual sale del biodigestor tras sufrir un segundo proceso de limpieza con piedras chancadas o angulosas.

Posteriormente esta agua puede ser usada para el riego por filtración de una huerta o de un jardín. Tras la descomposición, de los desechos sólidos generados por el biodigestor, en el contenedor se acumula un lodo no apestoso que debe ser drenado cada 1 año y puede dejarse secar para ser usado como abono.

Para la localización del biodigestor debe evitarse terrenos pantanosos, de relleno o sujetos de inundación, evite cualquier paso de vehículos, se debe instalar debajo de banquetas o patios, ya que no permite realizar se mantenimiento y considerar la posibilidad de futuras expansiones de la construcción, banquetas, bardas, patios, etc., antes de considerar el sitio para instalar la fosa séptica.

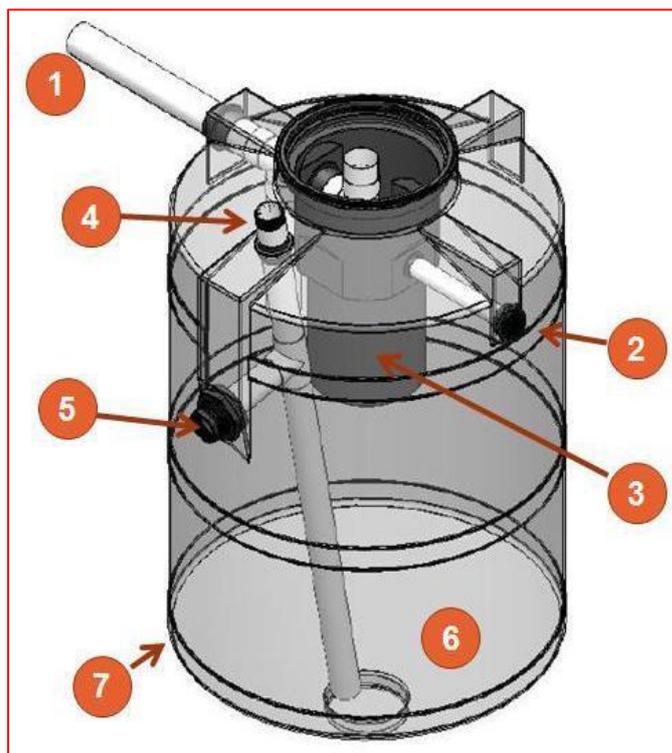
Con el biodigestor se conectan las instalaciones sanitarias de una vivienda, oficina o colegio, las mismas que se podrá usar normalmente como si fuesen un sistema definitivo, no necesita estar conectado a un sistema de alcantarillado.

2.6.2.2. Partes del biodigestor.

Las partes del tanque del sistema de biodigestor son las siguientes:

- ✓ Entrada de agua residual
- ✓ Salida de agua residual
- ✓ Depósito de del material filtrante
- ✓ Ducto para limpieza
- ✓ Salida de lodos tratados
- ✓ Zona de acumulación de lodos
- ✓ Unidad de tratamiento

Imagen 3: Partes del biodigestor autolimpiable



1. Entrada de agua residual,
2. Salida del agua tratada,
3. Depósito del material filtrante,
4. Ducto para limpieza,
5. Salida de lodos tratados,
6. Zona de acumulación de lodos,
7. Unidad de tratamiento

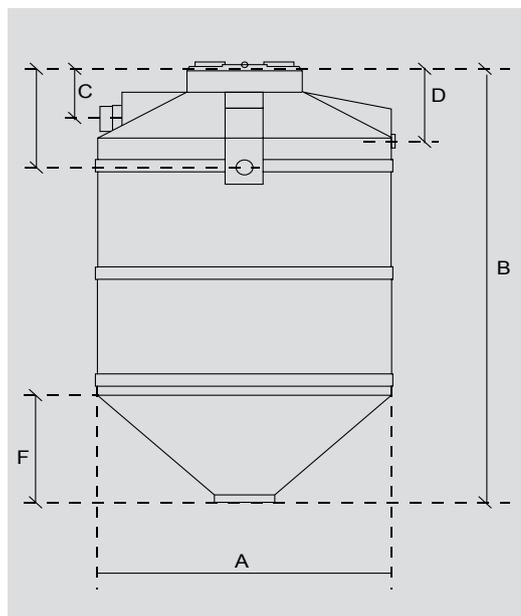
Fuente: CARE Perú (PRONASAR 2005).

2.6.2.3. Características del biodigestor.

(Rotoplas, 2014), considera las siguientes características.

- Diseñado bajo normas peruanas, cumpliendo el diámetro mínimo establecido.
- Autolimpiable, los lodos se eliminan muy fácilmente, sin necesidad de bombeo.
- Hermético, estructura interna de una sola pieza.
- Elimina las aguas tratadas por infiltración, ya sea a pozos de percolación o zanjas de infiltración dependiendo de la permeabilidad del terreno.
- Liviano y de fácil instalación y operación.
- Completo con todos sus accesorios.
- Fabricado con polietileno de alta densidad y con una vida útil de 30 años.
- Ideal para zonas de clima cálido y frío.
- Con una adecuada instalación y operación se asegura un sistema de tratamiento eficaz.

Imagen 4: Características del biodigestor



Fuente: Rotoplas

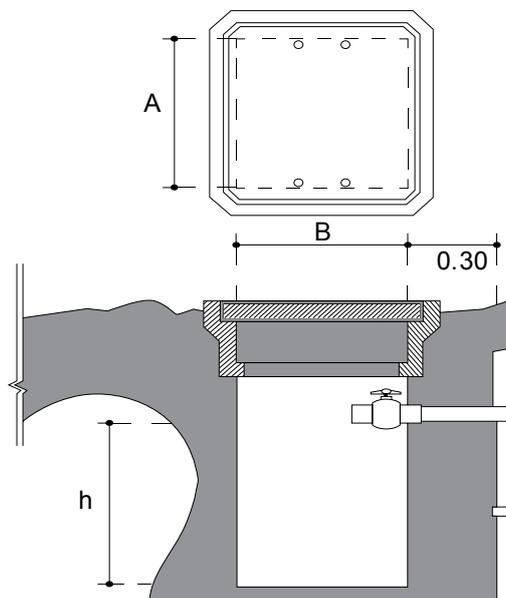
Cuadro 4: Dimensiones del biodigestor

	BDR 600	BDR 1300	BDR 3000
A	90 cm	120 cm	200 cm
B	165 cm	197 cm	215 cm
C	25 cm	25 cm	25 cm
D	35 cm	35 cm	40 cm
E	48 cm	48 cm	62 cm
F	32 cm	45 cm	73 cm
CAUDAL	600 lts	1300 lts	3000 lts

Fuente: Rotoplas

La cámara de extracción de lodos estabilizados se debe realizar en obra de manera tradicional o con anillos pre moldeados de hormigón pretensado o plásticos, el fondo de la cámara no debe tener ningún tipo de aislación.

Imagen 5: Dimensiones de la cámara de extracción de lodos



Fuente: Rotoplas

Cuadro 5: Características de la cámara de extracción de lodos

	BDR 600	BDR 1300	BDR 3000
A	0.60 m	0.60 m	1.00 m
B	0.60 m	0.60 m	1.00 m
h	0.30 m	0.60 m	0.60 m
Vol. Lodos	100 lts	200 lts	800 lts

Fuente: Rotoplas

2.6.2.4. Aplicaciones del biodigestor.

Según folleto (ETERNIT, 2012), las aplicaciones del sistema de biodigestor pueden ser en:

- ✓ Viviendas en zonas rurales carentes de conexión a un servicio de alcantarillado.
- ✓ Asentamientos humanos, con lotes a nivel y no en ladera.
- ✓ Servicios higiénicos de escuelas rurales o similares.
- ✓ Campamentos mineros, para el tratamiento de los efluentes de los servicios higiénicos y comedores.
- ✓ Casas de campo, como soluciones individuales.
- ✓ Hoteles o albergues en zonas rurales.
- ✓ Restaurantes campestres.
- ✓ Condominios en playa, como parte de un sistema compartido entre la vivienda y la administración.

2.6.2.5. Tipo de biodigestor.

(Rotoplas, 2014), dependiendo de la cantidad de habitantes de la vivienda y del diseño de la instalación, se podrá decidir el tamaño del biodigestor a colocar, para viviendas unifamiliares se considerara 2 habitantes por dormitorio volcando aguas negras y grises al equipo. En los casos de dividir la instalación en dos sectores, un sector con aguas negras y otro con aguas grises se deberá utilizar la planilla de capacidades.

Cuadro 6: Capacidades del Biodigestor Rotoplas

CAPACIDADES	600 LITROS	1300 LITROS	3000 LITROS
Solo aguas negras	5 personas	10 personas	25 personas

Aguas negras y Jabonosas	2 personas	5 personas	12 personas
Oficinas	20 personas	50 personas	100 personas

Fuente: Rotoplas

2.6.2.6. Zanjas de percolación.

(CARE P. , 2005), Esta es una excavación larga y angosta realizada en el terreno para acomodar las tuberías de distribución del agua residual, para su siguiente infiltración en el suelo permeable.

Para construir la zanja de infiltración son necesarios los siguientes materiales: gravas o piedras trituradas de granulometría variable comprendida entre 1.5 y 5 cm., tubería de PVC de 4" con juntas abiertas o con perforaciones que permitan la distribución uniforme del líquido en el fondo de las zanjas.

En la zanja de infiltración habrá por lo menos dos capas de grava limpia, la inferior tendrá un espesor mínimo de 0.15 m constituida por material cuya granulometría variará entre 2.5 a 5 cm sobre ella se acomodarán los drenes. Rodeando los drenes se colocara otra capa de grava de 1 a 2.5 cm, la que cubrirá hasta una altura de por lo menos 5 cm. El resto de la zanja se rellenara con la tierra extraída de la excavación hasta alcanzar entre 10 a 15 cm de altura por encima de la superficie del suelo (camellón), para compensar el hundimiento del terreno causado por el asentamiento natural del mismo.

La profundidad de las zanjas está en función de la topografía del terreno y no deberá ser menor a 0.50 m. El ancho de la misma está en función de la

capacidad de infiltración del terreno y puede variar entre un mínimo de 0.40 m a un máximo de 0.90 m.

La pendiente mínima de la tubería de distribución será de 1.5 o/oo y un valor máximo de 3.5 o/oo.

2.6.2.7. Pozo de percolación.

(CARE P. , 2005), el pozo de percolación, es un hoyo profundo realizado en la tierra para infiltrar el agua residual proveniente del biodigestor.

Cuando no se encuentre con área suficiente para la construcción de zanjas de infiltración o cuando el suelo sea impermeable dentro del primer metro de profundidad, existiendo después de ella estratos favorables a la infiltración, se podrá usar pozos de infiltración.

Los pozos de absorción o percolación, tendrán sus paredes formadas por muros de mampostería con juntas laterales separadas. El espacio entre el muro y el terreno natural se rellenará con grava de 2,5 a 5 cm. La losa de techo tendrá una tapa de inspección de 0,6 cm. de diámetro.

El fondo del pozo deberá ser cubierto por una capa de 0.15 m. de espesor de grava gruesa de las mismas características que la empleada para rellenar el espacio entre el muro y el terreno natural.

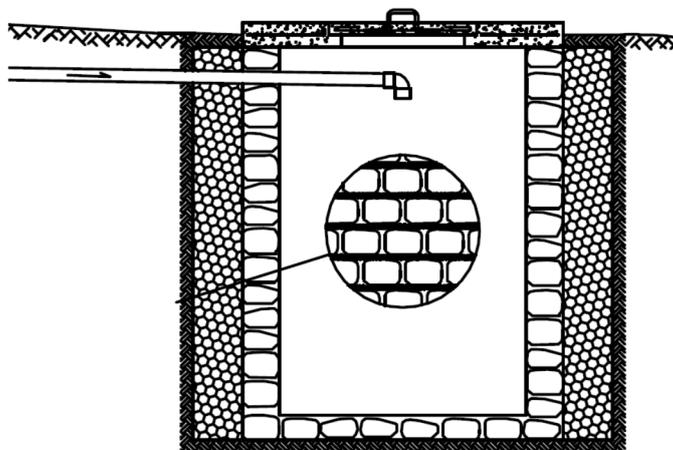
El área efectiva de absorción del pozo lo constituye el área lateral del cilindro (excluyendo el fondo). Para el cálculo se considerará el diámetro exterior

del muro y la altura quedará fijada por la distancia entre el punto de ingreso de los líquidos y el fondo del pozo.

La capacidad del pozo de absorción se calculara en base a las pruebas de infiltración que se hagan en cada estrato, usándose el promedio ponderado de los resultados para definir la superficie de diseño.

Todo pozo de absorción deberá introducirse por lo menos 2m. En la capa filtrante, siempre y cuando el fondo del pozo quede por lo menos a 2m. Sobre el nivel máximo de la capa freática. El diámetro mínimo del pozo de absorción será de 1 m.

Imagen 6: Pozo de Percolación



Fuente: CARE Perú (PRONASAR 2005).

2.6.2.8. Dimensiones de infiltración.

(Rotoplas, 2014), el agua residual que sale del Biodigestor, se distribuye por el terreno a través de las cámaras de infiltración enterradas, filtrando el efluente por las micro perforaciones ubicadas en sus paredes. En esta sección se

presenta uno de los procedimientos para el cálculo de áreas de infiltración en suelo.

Cantidad de cámaras de infiltración según caudal y tipo de suelo.

Cálculos

Tasa de infiltración (T)

$T = 30/11$ (30 minutos entre lecturas y 11 cm como última diferencia)

= 2.73 min/cm

- **Velocidad de infiltración (Vp)**

Este valor, con base en el anterior, se obtiene de tablas o fórmulas; para este caso se puede aproximar al valor de $V_p = 8,20 \times 10^7$ m/seg (de la tabla del AyA) o se interpola para una magnitud más exacta.

- **Caudal o gasto (Q) de agua por día que recibirá el suelo**

Para este ejemplo, se estima que una persona representa una descarga de 162 litros/día (Es muy importante definir este dato teniendo en cuenta, por ejemplo “usos” de agua que a veces se tienen tan altos como 400 litros por persona por día, o en forma contraria es posible contar con la utilización, en el proyecto, de artefactos de bajo consumo y reglas claras para un uso racional de agua).

Una casa con 6 personas producirá $(162 \times 6) = 972$ lt/día por lo que haciendo las conversiones este valor representa:

$Q = 972$ lt/día = $0,972$ m³/día

= $0,00001125$ m³/seg = $1,1125 \times 10^{-5}$ m³/seg

= 0,01125 litros/segundo

- **Cálculo de Área de infiltración que se requiere en zanjas o pozos**

$$A_i = Q / V_p; \quad A_i = 1,125 \times 10^{-5} / 8,20 \times 10^{-7} = 13,72 \text{ m}^2$$

Este valor debe ser afectado por otros factores, siendo el más importante la precipitación

2.6.2.9. Construcción de las consideraciones

(RNE IS-020), se recomienda la construcción de zanjas de infiltración para que las plantas puedan aprovechar el agua tratada.

Las consideraciones que deben tenerse en cuenta de manera genérica son las siguientes:

- Procurar una separación de mínima de 2 metros entre el fondo de la zanja y nivel freático (nivel de aguas subterráneas).
- El ancho de las zanjas estará en función de la capacidad de percolación de los terrenos y podrá variar entre un mínimo de 0.45 m y un máximo de 0.90 m.
- La longitud máxima de cada zanja; será de 30 m todas serán de igual longitud, en lo posible.
- Todo campo de absorción tendrá como mínimo dos zanjas.
- El espaciamiento entre los ejes de cada zanja tendrá un valor mínimo de 2 metros.

La distancia mínima entre la zanja y cualquier árbol debe ser de 3.00 m.

CAPITULO III: METODOLOGIA Y MATERIALES DE INVESTIGACIÓN.

3.1. Aspectos generales.

El lugar de ubicación donde se realizó el estudio de investigación en el Centro Poblado de Sanquira, Distrito de Yunguyo, Provincia de Yunguyo – Puno, en donde se pudo constatar el estado del funcionamiento del sistema del biodigestor autolimpiable.

3.1.1. Ubicación política.

Región	:	Puno
Provincia	:	Yunguyo
Distrito	:	Yunguyo
Centro Poblado	:	Sanquira

3.1.2. Ubicación geográfica.

El Centro Poblado geográficamente se encuentra entre los paralelos.

Latitud Sur	:	16°14'33"
Longitud Oeste	:	69°05'17"
Altitud	:	3826 msnm

3.1.3. Límites.

Norte	:	C.P. Santa Rosa de Yanapata
Oeste	:	C.P. Chinumani
Este	:	Lago Titicaca
Sur	:	Distrito de Copani (C.P. Calacoto)

3.1.4. Creación.

El Centro Poblado de Sanquira fue creado el 04 de Noviembre de 1985 por Resolución Municipal Nro. 0027-1985/MPY.

3.1.5. Accesibilidad.

La ciudad de Yunguyo se encuentra a 193 Km del aeropuerto más cercano, con acceso de la vía Juliaca, Puno, Yunguyo, lo cual se detalla en el siguiente cuadro.

Cuadro 7: Vías de acceso al centro poblado de Sanquira

Tramos	Tipo de Vía	Estado	Longitud en (Km)	Tiempo en (Minutos)
Aeropuerto - Juliaca	Asfaltado	Regular	0.3	15
Juliaca - Puno	Asfaltado	Bueno	45.1	50
Puno - Yunguyo	Asfaltado	Regular	141.2	150
Yunguyo – CP Sanquira	Asfaltado	Regular	7.4	20

Fuente: Elaboración Propia.

3.1.6. Identificación del área de influencia de estudio.

Se tomó al Centro Poblado de Sanquira, que está ubicada al sur este de la región Puno, en la meseta del Collao a orillas del lago Titicaca, el cual tiene 503 familias que se beneficiaron con el proyecto realizado en el año 2013, que están ubicados a una altitud promedio de 3826 msnm.

3.1.6.1. Relieve.

Se encuentra a orillas del Lago Titicaca su altura fluctúa entre 3,818 m.s.n.m. - 4,428 m.s.n.m. la zona más alta del Centro Poblado (cerro Juana), por lo que su topografía varía desde llano a accidentado.

Las zonas más bajas y próximas al lago son zonas favorables para la agricultura. La influencia climática del Titicaca cuyas fuentes de humedad modifican la extrema sequedad, es determinante para el desarrollo de las actividades agrícolas. El relieve del suelo es accidentado, con una menor proporción semiplano sobre todo en las cercanías del Lago Titicaca.

3.1.6.2. Hidrología.

El nivel de agua en el Lago Titicaca, muestra una fluctuación anual cíclica similar a la de la precipitación pluvial, por lo que dicho nivel depende mucho de los flujos de los ríos afluentes más importantes que son afluentes del Lago Titicaca (Río Ilave, Ramis, Suches, Coata).

En la zona del Centro Poblado solo se cuenta con ojos de agua, formándose pequeños riachuelos en épocas de lluvia (Diciembre a Marzo), estas aguas superficiales y de las lluvias, producen erosiones, inundaciones, sobre todo en las zonas bajas y a orillas del Lago.

3.1.6.3. Clima.

Por su localización geográfica, su altitud y la proximidad al Lago Titicaca tiene un efecto termorregulador, el clima del Centro Poblado se caracteriza por tener un clima frío y seco, según la estación meteorológica, la temperatura promedio fluctúa entre la mínima es de 3°C y la máxima de 18°C en los meses de enero a marzo, de abril a junio la mínima es de 3°C con una máxima de 13°C, de julio a setiembre el promedio mínimo es de 1° C con una máxima de 15°C, y de octubre a diciembre una mínima de 2°C con una máxima de 16°C. En épocas de invierno (mayo, junio y julio), durante la noche la temperatura desciende hasta -15°C y en el medio día asciende a 18°C, en las áreas aledañas a los lagos Titicaca y Wiñaymarca. Entre los meses de diciembre y marzo se registran fuertes precipitaciones pluviales.

3.1.6.4. Topografía.

El plano más bajo es el que está en los contornos del Lago Titicaca cuyas riberas están a 3808 m.s.n.m., desde donde empieza a elevarse en un plano inclinado suave alcanzando rápidamente altitudes graduales hasta los 3900 y los 4428 m.s.n.m. que puede ser considerado el límite máximo. Dentro del rango de menor altitud es posible el desarrollo de las actividades agrícolas y de las actividades pecuarias; a esta zona se denominada circunlacustre. Presenta una zona intermedia con quebradas, cuencas propicia para desarrollar actividades agropecuarias y finalmente una zona alta donde solo es posible desarrollar la actividad ganadera.

3.2. Materiales y equipos a utilizar.

3.2.1. Materiales de gabinete:

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

3.2.2. Materiales de escritorio.

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

3.2.3. Software que se utilizó.

- AutoCAD.
- Civil 3D.
- Microsoft Office.
- IBM SPSS Statistic.
- Otros.

3.2.4. Equipos y herramientas utilizados en campo.

- GPS Garmin.
- Moto Lineal.
- Fichas Técnicas de Encuesta.

3.3. Metodología utilizada.

3.3.1. Recopilación de información.

En esta etapa se ha efectuado trabajos en la revisión de documentos de los estudios anteriores ejecutados al tratamiento de aguas residuales, para lograr los objetivos planteados en el trabajo de investigación. Se utilizó el método descriptivo, analítico.

El método descriptivo, es aquella orientación que se centra en responder a la pregunta ¿Cómo es? La realidad del área de estudio para determinar al estado situacional del proyecto.

El método analítico, es la descomposición de todos los elementos, se usa los pasos de observación, descripción, ordenamiento y clasificación de todo el material de investigación disponible. Y el método deductivo se aplicara para conocer desde lo general a lo específico analizando cada una de las variables. El trabajo de campo inició en el mes de Junio del año 2015.

El acceso a la zona de estudios se puede efectuar desde el aeropuerto más cercano que se encuentra en la ciudad de Juliaca mediante transporte terrestre se traslada hasta la ciudad de Puno, desde la ciudad de Puno se accede por vía terrestre hasta la provincia de Yunguyo, y finalmente desde Yunguyo hasta el Centro Poblado de Sanquira donde se ejecutó el proyecto de saneamiento básico integral.

3.3.1.1. Trabajo de campo.

En esta etapa se desarrollaron las diferentes actividades, referentes a la toma de muestra de las aguas residuales, en donde se tuvo que destapar el sello del biodigestor y así poder extraer la muestra (afluente), ya que no contaban con sus respectivas cajas de registro. Y también se tuvieron que destapar las tapas de los pozos de percolación para tomar la muestra (efluente), paralelamente se realizaron las encuestas a los usuarios a cerca del biodigestor sobre el uso, mantenimiento y conocimiento que tenían sobre la eficacia del biodigestor autolimpiable. También se desarrolló la etapa de la encuesta para conocer el grado de información que tienen los beneficiarios.

3.3.1.3. Trabajo de gabinete.

Esta etapa se desarrolló también en diferentes etapas, la mayor parte de los datos tomados en campo se procesaron con apoyo de un computador en la hoja de Excel, SPSS, a partir de apuntes realizados en el campo.

3.3.2. Identificación.

Esta fase consistió en la recopilación de información acerca de la ubicación del sistema, condiciones físicas y climáticas del ámbito donde se encuentra operando, y descripción del tratamiento de aguas residuales con biodigestores, el trabajo de campo inició en el mes de Mayo del año 2015, el acceso a la zona de estudios se puede efectuar desde el aeropuerto más cercano que se encuentra en la ciudad de Juliaca mediante transporte terrestre se traslada hasta la ciudad de Puno, desde la ciudad de Puno se accede por vía terrestre hasta la provincia de Yunguyo, y finalmente desde Yunguyo hasta el Centro Poblado de Sanquira donde se ejecutó el proyecto de saneamiento básico integral.

3.3.3. Muestreo y evaluación de aguas residuales.

La parte experimental del presente proyecto de investigación se llevó a cabo en el Centro Poblado de Sanquira, perteneciente al Distrito de Yunguyo, Provincia Yunguyo, donde se realizó el muestreo de manera puntual en PRONOEI del Sector Korcori – Sanquira, en el afluente y efluente del sistema del biodigestor autolimpiable en donde la primera muestra se tomó el 29 de Junio

del 2015 y la última muestra el 14 de Septiembre del 2015. Para los respectivos análisis fisicoquímicos y bacteriológicos.

El objetivo de la toma de muestras fue la obtención de una porción de material cuyo volumen fue lo suficientemente pequeño como para que pueda ser transportado con facilidad y manipulado en el laboratorio sin que por ello deje de representar con exactitud al material de donde procede.

Al igual que para cualquier otro tipo de muestra, en la toma de muestra se tuvo en cuenta que la muestra no se deteriore ni contamine antes de llegar al laboratorio.

Antes de llenar el envase con la muestra se lavó dos o tres veces con el agua que se recogió. La toma debe realizarse con cuidado, con objeto de garantizar que el resultado analítico represente la composición real.

3.3.4. Procesamiento de datos y análisis de parámetros.

En el Laboratorio se realizaron los ensayos fisicoquímicos y bacteriológicos necesarios para la caracterización del agua residual.

Los análisis fueron realizados siguiendo los criterios de muestreo de acuerdo con los protocolos establecidos. El análisis bacteriológico se realizó en laboratorio del área de microbiología de la facultad de medicina humana de la Universidad Nacional de Altiplano-Puno, análisis Fisicoquímico se realizó en el laboratorio de control calidad de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Altiplano-Puno.

Mientras que los datos obtenidos en campo mediante un censo realizado en el lugar de la investigación se procesó en gabinete desarrollado por un software denominado el SPSS Estatictiss.

3.3.4.1. Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua residual.

La calidad fisicoquímico se determinó realizando un análisis en base a los resultados realizados en campo y de laboratorio de los parámetros evaluados.

3.3.4.2. Eficiencia del sistema de tratamiento del biodigestor autolimpiable.

La eficiencia del sistema de tratamiento del biodigestor autolimpiable se determinó en base a los valores de entrada y valores de salida del sistema en base a los resultados obtenidos del análisis de parámetros resultantes en laboratorio. También se determinó:

- La eficiencia de remoción de DBO₅.
- La eficiencia de remoción de DQO.
- La eficiencia de remoción de SST.
- La eficiencia de remoción de ACEITES Y GRASAS.
- La eficiencia de remoción de COLIFORMES TOTALES.
- La eficiencia de remoción de COLIFORMES FECALES.

3.3.5. Procesamiento y evaluación de los resultados.

El procesamiento e interpretación de datos y resultados, de estas acciones son realizadas en gabinete. El procesamiento de los datos recopilados del campo y la interpretación de los resultados del muestreo del censo la interpretación de ella se realizaron con un software y los análisis de laboratorio se realizaron en comparación con los límites máximos permisibles, las recomendaciones del Ministerio de salud y Organización Mundial de la salud (OMS), para la ubicación de las letrinas sanitarias.

Este aspecto es de gran importancia en el análisis de los datos de una investigación y facilita la deducción de conclusiones racionales. En muchos casos, las investigaciones no debidamente planificadas han resultado en un fracaso, por el desconocimiento tanto de las variables dependientes como independientes.

Los datos obtenidos en campo y laboratorio sobre los diferentes parámetros analizados se calcularon en forma periódica, los valores de máximo, mínimo, promedio y desviación estándar, se representó gráficamente los resultados de cada medición con respecto, se determinó la interpretación e interrelación de los resultados obtenidos mediante un análisis de regresión y correlación.

Se realizó la comparación de parámetros evaluados con los límites máximos permisibles establecidos por el MINAN, en el decreto supremo N° 003 – 2010, los cuales deben cumplir para ser descargados a cuerpos receptores sin generar contaminación.

3.3.6. Eficiencia del biodigestor en el tratamiento de aguas residuales.

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), se 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.

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

Dónde:

E : Eficiencia Degradativa (%).

VPe : Valor de Parámetro de Entrada.

VPs : Valor de Parámetro de Salida.

3.3.7. Muestreo de población finita en el centro poblado de Sanquirá.

Como ya se ha definido, muestra es el número de elementos, elegidos al azar, tomado de un universo conocido en este caso se tiene una población de 503 usuarios.

Para el cálculo de tamaño de muestra cuando el universo es finito o conocido, es decir contable y la variable de categoría, primero debe conocer “N” o sea el número total de usuarios a ser estudiados sobre la información que tienen acerca del uso, mantenimiento y limpieza que se debe de realizar a los biodigestores autolimpiables.

La población es finita, es decir conocemos el total de la población y deseamos saber cuántos del total tendremos que estudiar la fórmula es:

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

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 utilizara el 5%).

Cuadro 8: Variación de seguridad Z variá así

Intervalo de Confianza	Z	Nivel de Significancia E
70%	1.04	30%
75%	1.15	25%
80%	1.28	20%
85%	1.44	15%
90%	1.64	10%
95%	1.96	5%
96%	2.05	4%
99%	2.58	1%

Fuente: Dr. Mario Herrera Castellanos Docente Postgrado de Pediatría

(Hospital Roosevelt).

Aplicando la fórmula de las poblaciones finitas la cantidad de usuarios a encuestar es 64 familias.

$$n = \frac{503 * (1.96)^2 * 0.05 * 0.95}{0.05^2 * (503 - 1) + (1.96)^2 * 0.05 * 0.95} = 63.85 = 64$$

3.3.7.1. Modelo de formato de encuesta.

Cuando se tiene la cantidad de muestreo, en la investigación el resultado del muestreo es a 64 de un total de 503 beneficiarios del proyecto ejecutado con anterioridad.

El modelo del formato se aproxima a lo que utiliza la INEI cuando realiza sus encuestas, a diferencia del formato del INEI. El formato que se presenta a continuación es muy específica y resumida contemplada solamente a conocer las situación actual del proyecto ejecutado en el 2013.

**ENCUESTA SOBRE EL GRADO DE INFORMACION DEL BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SANQUIRA – YUNGUYO
AGOSTO 2015**

.....

1. ¿Cuál es su Género?

MASCULINO	FEMENINO

2. ¿Cuántos años tienes?

.....

3. ¿Usted Actualmente Utiliza el Sistema Biodigestor Autolimpiable?

SI	POCO	NO

4. ¿Si Usted No Utiliza el Sistema del Biodigestor Autolimpiable Cuáles son los Motivos?

- a) Falta de Agua Potable b) No sé cómo Utilizar c) Otros.

5. ¿Usted Está Satisfecho Con la Calidad Que se le Instalaron Su UBS?

SI	NO

6. ¿En Su Domicilio Cuenta Con El Sistema De Agua Potable?

SI	NO

7. ¿Usted Sabe Sobre El Uso Y Mantenimiento Que Le Debe Dar a su Sistema del Biodigestor Autolimpiable?

SI	POCO	NO

8. ¿A Usted Alguna Vez Se Le Ha Rebosado El Pozo De Percolación?

SI	POCO	NO

Fuente: Elaboración Propia.

CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Eficiencia de remoción del sistema del biodigestor autolimpiable.

Basados en los datos obtenidos de las muestras realizadas de las aguas residuales tratadas con el sistema del biodigestor realizadas en el PRONOEI del sector Korcori – Sanquira, tales resultados se realizaron para el análisis fisicoquímico y bacteriológico, para enriquecer la información de campo de la zona de estudio, se realizó el muestreo del agua tratada, permitiéndonos a proporcionarnos factores importantes como; calidad del agua y deficiencias del uso de las letrinas con biodigestor autolimpiable y el aspecto social de la población.

Los sistemas pueden fallar en un momento determinado o la calidad del efluente deteriorarse, la única forma de conocer las causas del problema e indicar que acción inmediata son requeridas, es llevar una rutina de monitoreo y un programa de evaluación para poder verificar la calidad real del efluente que

sale. Esta evaluación va dirigida a la medición de la calidad del efluente y un análisis de los parámetros de control con el propósito de mejorar los procesos de tratamiento del biodigestor autolimpiable; es decir esta evaluación lo que busca es mejorar su funcionamiento, el cual debe basarse en un diagnóstico, en el registro histórico de los datos de campo, en la frecuencia de muestreo, en el resultado de los parámetros analizados, en el análisis y evaluación de resultados.

4.1.1. Calidad fisicoquímico y bacteriológico del agua residual.

Las características físicas, químicas y biológicas se detallan en los resultados de laboratorio efectuados en el laboratorio.

4.1.1.1. Parámetros fisicoquímicos evaluados en laboratorio.

Los parámetros de calidad que deben ser monitoreados en las descargas de aguas residuales, tienen que guardar relación con los contaminantes potenciales que pueden afectar el cuerpo receptor de estas o el uso de las mismas. Entre estos parámetros tenemos: DBO, DQO, sólidos totales, aceites y grasas.

a) Remoción de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).

Como se puede observar en el cuadro 9, La remoción de este parámetro es fundamental en el funcionamiento del biodigestor. el cuadro muestra la eficiencia de remoción de la carga orgánica en términos de DBO en la entrada del proceso, denotándose un descenso en cuanto a la biodegradabilidad de la materia orgánica a medida que avanza el tratamiento en el sistema reflejado en la salida del proceso con una eficiencia promedio

de 28.24%. Lo que representa una remoción regular de dicho parámetro y que de alguna manera. Indica que la unidad trabaja en la remoción de materia orgánica y que puede alcanzar valores más altos y significativos en la remoción de DBO en el sistema.

Cuadro 9: Demanda bioquímica de oxígeno Sanquira 2015

FECHA	PARAMETRO	DBO5 (mg/l)
29/06/2015	AFLUENTE	403.60
	EFLUENTE	289.40
	EFICIENCIA DE REMOCION	28.2953419
14/09/2015	AFLUENTE	410.90
	EFLUENTE	295.10
	EFICIENCIA DE REMOCION	28.1820394
PROMEDIO DE EFICIENCIA (%)		28.2386907

Fuente: Elaboración en base a los resultados de análisis de laboratorio.

b) Remoción de la demanda química de oxígeno (DQO).

La remoción de la DQO es fundamental en un sistema de tratamiento. El cuadro 10 se muestra los niveles a la entrada y salida del sistema de pozo de percolación, donde puede observarse un descenso apreciable durante el proceso de tratamiento, presentando un promedio de eficiencia de 26.44% de remoción de DQO.

La demanda química de oxígeno (DQO) debe ser monitoreado en las descargas de aguas residuales ya que es un contaminante potencial (ácido) y afecta al cuerpo receptor destruyendo los seres vivos microscópicos, en el efluente se puede notar un valor de 606.2 mg/l. El cual está muy por encima del

valor de los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en el DS. 003 - 2010

– MINAM, que es de 200 mg.

Cuadro 10: Demanda química de oxígeno Sanquira 2015

FECHA	PARAMETRO	DQO (mg/l)
29/06/2015	AFLUENTE	807.50
	EFLUENTE	598.10
	EFICIENCIA DE REMOCION	25.9318885
14/09/2015	AFLUENTE	824.30
	EFLUENTE	602.20
	EFICIENCIA DE REMOCION	26.9440738
PROMEDIO DE EFICIENCIA (%)		26.4379812

Fuente: Elaboración en base a los resultados de análisis de laboratorio.

c) Remoción de sólidos suspendidos totales.

Se muestra los SST tanto en el ingreso como egreso al sistema, con una eficiencia de remoción de 57.17%. Esto demuestra que se encuentran en un rango aceptable de remoción ya que se debe considerar que las aguas tratadas han sido sometidas a un tratamiento anaerobio, donde su principal mecanismo de remoción son los procesos de sedimentación.

Se puede observar en el efluente un valor de 78.10 mg/l. El cual está por debajo del valor de los LMP del D.S 003 - 2010 – MINAM, el cual es de 150 mg/l.

Cuadro 11: Sólidos suspendidos totales Sanquira 2015

FECHA	PARAMETRO	SST (mg/l)
29/06/2015	AFLUENTE	177.6
	EFLUENTE	78.1
	EFICIENCIA DE REMOCION	56.0247748
14/09/2015	AFLUENTE	178.7
	EFLUENTE	74.5
	EFICIENCIA DE REMOCION	58.3100168
PROMEDIO DE EFICIENCIA (%)		57.1673958

Fuente: Elaboración en base a los resultados de análisis de laboratorio.

d) Remoción de aceites y grasas.

Los aceites y grasas alteran los procesos aerobios y anaerobios, forman películas que impiden el desarrollo de la fotosíntesis y cubren los fondos y lechos de ríos, degradando el ambiente durante el proceso de descomposición.

En el cuadro 12 se observa un decrecimiento apreciable en el efluente, lo cual indica que existe una biodegradación de Aceites y Grasas en el sistema con una eficiencia de remoción de 62.03%. También se puede apreciar un valor de 4.57 mg/l. En el efluente. El cual está por debajo de los LMP que es de 20 mg/l. Por lo cual se deduce que no estaría alterando los procesos aerobios ni anaerobios en el cuerpo receptor, en tal sentido no estaría degradando el ambiente.

Cuadro 12: Aceites y grasas Sanquira 2015

FECHA	PARAMETRO	ACEITES Y GRASAS (mg/l)
29/06/2015	AFLUENTE	11.5
	EFLUENTE	4.57
	EFICIENCIA DE REMOCION	60.2608696
14/09/2015	AFLUENTE	12.1
	EFLUENTE	4.38
	EFICIENCIA DE REMOCION	63.8016529
PROMEDIO DE EFICIENCIA (%)		62.0312612

Fuente: Elaboración en base a los resultados de análisis de laboratorio.

4.1.1.2. Parámetros bacteriológicos evaluados en laboratorio.

Los parámetros de calidad que deben ser evaluados en las descargas de aguas residuales, tienen que guardar relación con los contaminantes potenciales que pueden afectar el cuerpo receptor de estas o el uso de las mismas. Entre estos parámetros tenemos: Los Coliformes Totales y Coliformes Fecales, Etc.

a) Remoción de coliformes totales.

La velocidad de remoción de bacteria aumenta con la presencia de oxígeno disuelto y con valores de pH superiores a niveles de 9.0. Los resultados obtenidos en los muestreos realizados confirman que tales condiciones difícilmente se logran en el sistema. La eficiencia de la remoción alcanza a los 47.41%.

La concentración de coliformes totales obtenidas en el efluente 9310 NMP/100ml indica que estas aguas no deben ser vertidas en un cuerpo receptor, por no cumplir con las normas de calidad de aguas residuales,

(ECA) para agua, establecidos por el MINAM en el decreto supremo N° 002-2008. Categoría 4: conservación del ambiente acuático (ríos), cuyo valor es de 3000 NMP/100ml.

Cuadro 13: Coliformes totales Sanquira 2015

FECHA	PARAMETRO	C.T. (mg/l)
29/06/2015	AFLUENTE	1.74E+04
	EFLUENTE	9.31E+03
	EFICIENCIA DE REMOCION	46.4942529
14/09/2015	AFLUENTE	1.68E+04
	EFLUENTE	8.68E+03
	EFICIENCIA DE REMOCION	48.3333333
PROMEDIO DE EFICIENCIA (%)		47.4137931

Fuente: Elaboración en base a los resultados de análisis de laboratorio.

b) Remoción de coliformes fecales.

Aunque el porcentaje promedio de remoción de coliformes fecales es de 33.61%, la cantidad de coliformes fecales remanentes en el sistema es alta alcanzando valores de 1.22E+03 NMP/100ml, esta cantidad sobrepasa los parámetro de las norma de vertidos de efluente de sistema de tratamiento que descargan en cuerpos receptores naturales.

Estos resultados indican que hay deficiencia en el tratamiento de aguas residuales y no se garantizar una eficiencia bacteriológica que satisfaga lo recomendado en las normas de vertidos nacionales e internacionales.

Cuadro 14: Coliformes fecales Sanquira 2015

FECHA	PARAMETRO	C.F. (mg/l)
29/06/2015	AFLUENTE	1.84E+03
	EFLUENTE	1.22E+03
	EFICIENCIA DE REMOCION	33.6956522
14/09/2015	AFLUENTE	1.79E+03
	EFLUENTE	1.19E+03
	EFICIENCIA DE REMOCION	33.5195531
PROMEDIO DE EFICIENCIA (%)		33.6076026

Fuente Elaboración en base a los resultados de análisis de laboratorio.

Cuadro 15: Resumen de la eficiencia de remoción Sanquira 2015

EFICIENCIA DE REMOCIÓN			
PARAMETRO	Afluente	Efluente	Remoción (%)
DBO5 (mg/l)	407.25	292.25	28.2381829
DQO (mg/l)	815.9	600.15	26.4431916
SST (mg/l)	178.15	76.3	57.1709234
ACEITE Y GRASAS (mg/l)	11.8	4.475	62.0762712
COLIF. TOTALES (mg/l)	17100	8995	47.3976608
COLI. FECALES (mg/l)	1815	1205	33.6088154

Fuente: Elaboración en base a los resultados de análisis de laboratorio.

4.2. El grado de información sobre el uso del sistema del biodigestor.

4.2.1. Estudio de género de los encuestados.

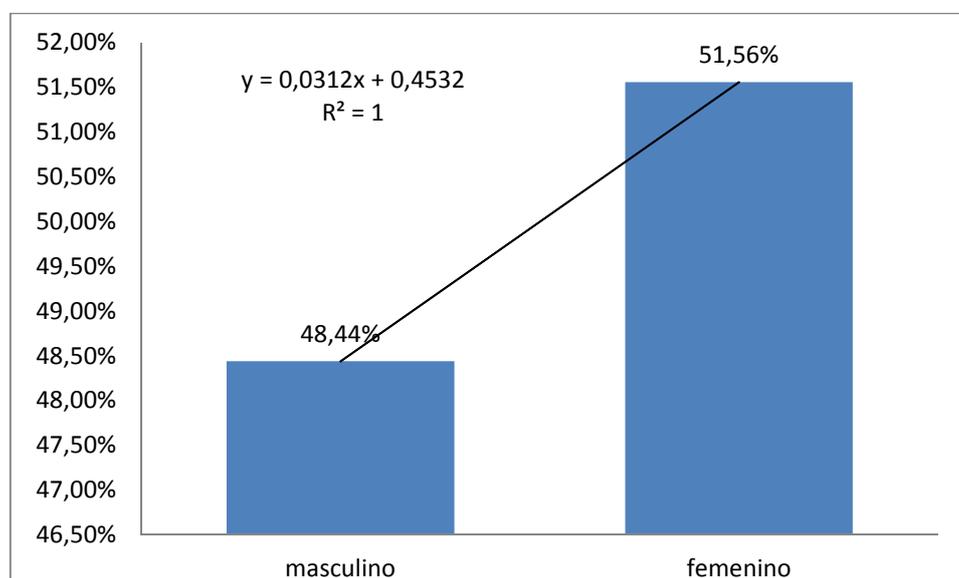
Al momento del estudio del muestreo, en la zona de estudio se contó con presencia de varones y mujeres esto en la etapa de Censo. Donde se realiza la siguiente Pregunta ¿Cuál es su Género? y se obtiene el siguiente resultado.

Cuadro 16: La pregunta ¿Cuál es su género?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	MASCULINO	31	48,4	48,4	48,4
	FEMENINO	33	51,6	51,6	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

Gráfico 3: Porcentaje de género de los encuestados:



Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

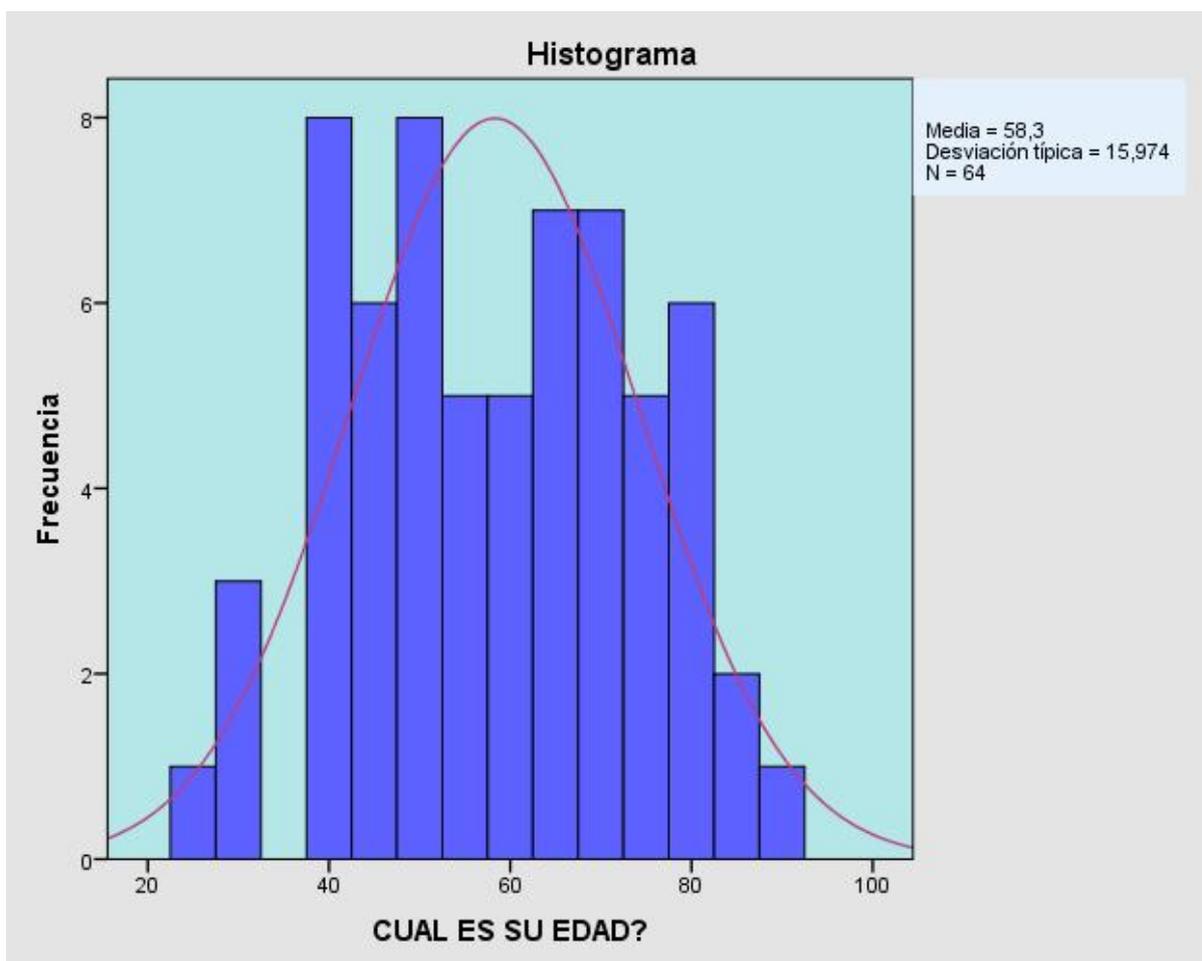
4.2.2. Estudio de la edad de los encuestados.

La edad de los encuestados varía de acuerdo a las zonas de estudio, pero se puede decir que en la zona del estudio se encuentran en su gran mayoría las personas de tercera edad como se puede observar en el cuadro 17, en donde se realiza la siguiente pregunta ¿Cuántos Años Tiene Usted?

Cuadro 17: La pregunta ¿Cuál es su edad?

N	Válidos	64
	Perdidos	0
Media		58,30
Mediana		59,50
Moda		40 ^a
Desv. típ.		15,974
Varianza		255,164
Asimetría		-,049
Error típ. de asimetría		,299
Curtosis		-,910
Error típ. de curtosis		,590
Rango		63
Mínimo		25
Máximo		88
Suma		3731
Percentiles	25	45,50
	50	59,50
	75	70,75
a. Existen varias modas. Se mostrará el menor de los valores.		

Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta

Gráfico 4: Histograma de las edades de los encuetados

Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

4.2.3. Estudio del uso del biodigestor.

Esta etapa de pregunta consiste en que si el beneficiario del proyecto utiliza con frecuencia o no su biodigestor para hacer sus deposiciones en esta etapa todavía no se consulta por las razones o motivos esta fase viene en otra pregunta, la pregunta que se da en esta etapa es la siguiente ¿Usted

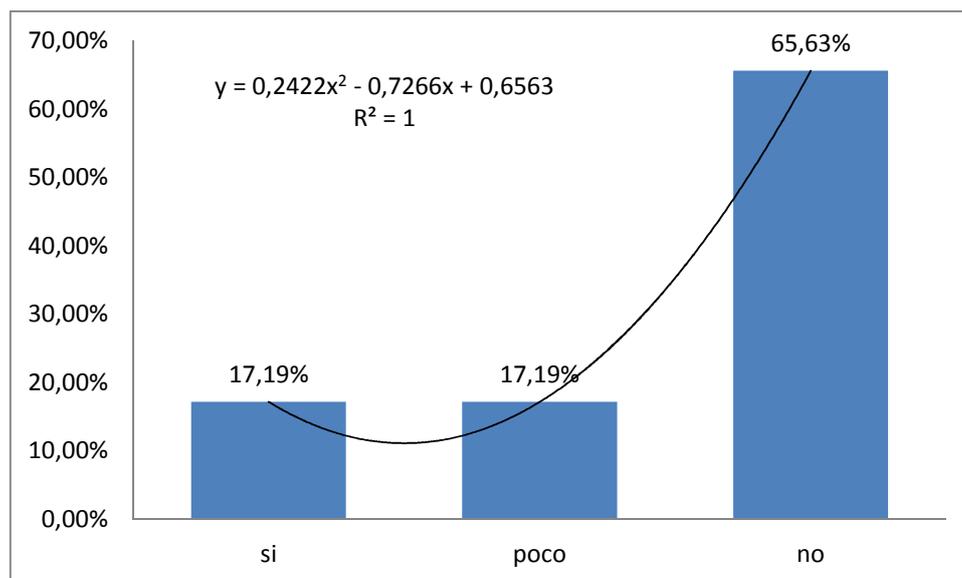
actualmente utiliza el sistema biodigestor autolimpiable?, el resultado de esta consulta se muestra a continuación.

Cuadro 18: La pregunta ¿Usted actualmente utiliza el sistema del biodigestor?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	11	17,2	17,2	17,2
	POCO	11	17,2	17,2	34,4
	NO	42	65,6	65,6	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración en base a la encuesta realizada.

Gráfico 5: frecuencia de uso del biodigestor



Fuente: Elaboración en base a la encuesta realizada.

4.2.4. Estudio de las razones del porque no se utiliza el biodigestor.

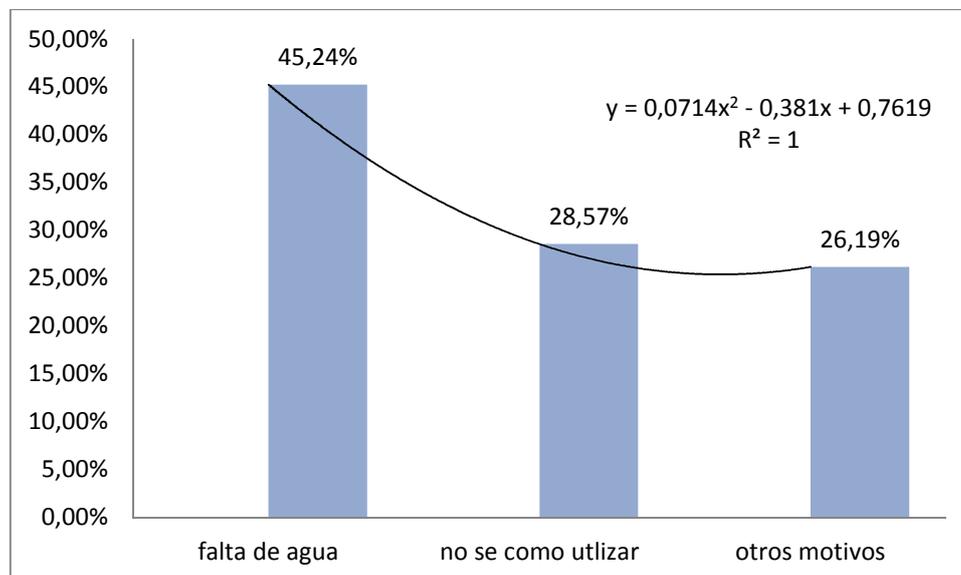
En esta etapa de consulta o esta consulta es solamente para los encuestados que respondieron negativamente la anterior pregunta, en esta etapa la pregunta

es la razón por la que no se hace uso del sistema del biodigestor como se muestra en el cuadro 16, los motivos son varios, como la falta de agua, el desconocimiento del sistema, el rebose del pozo percolador este generalmente se da en los usuarios que están al borde del lago, en algunos casos se encuentra que la letrina o caseta sanitaria sirve como almacén de sus productos agrícolas. La pregunta a la que respondieron es la siguiente. ¿Si Usted No Utiliza el Sistema del Biodigestor Autolimpiable Cuáles son los Motivos? Y las respuestas a esta pregunta se muestran a continuación.

Cuadro 19: La pregunta Sí Ud. no utiliza el sistema del biodigestor ¿Cuáles son los motivos?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	FALTA DE AGUA POTABLE	19	29,7	45,2	45,2
	NO SE COMO UTILIZAR	12	18,8	28,6	73,8
	OTROS MOTIVOS	11	17,2	26,2	100,0
	Total	42	65,6	100,0	
Perdidos	Sistema	22	34,4		
Total		64	100,0		

Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

Gráfico 6: Los motivos por las que no utiliza el sistema del biodigestor

Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

4.2.5. Estudio del grado de satisfacción de la instalación de la UBS.

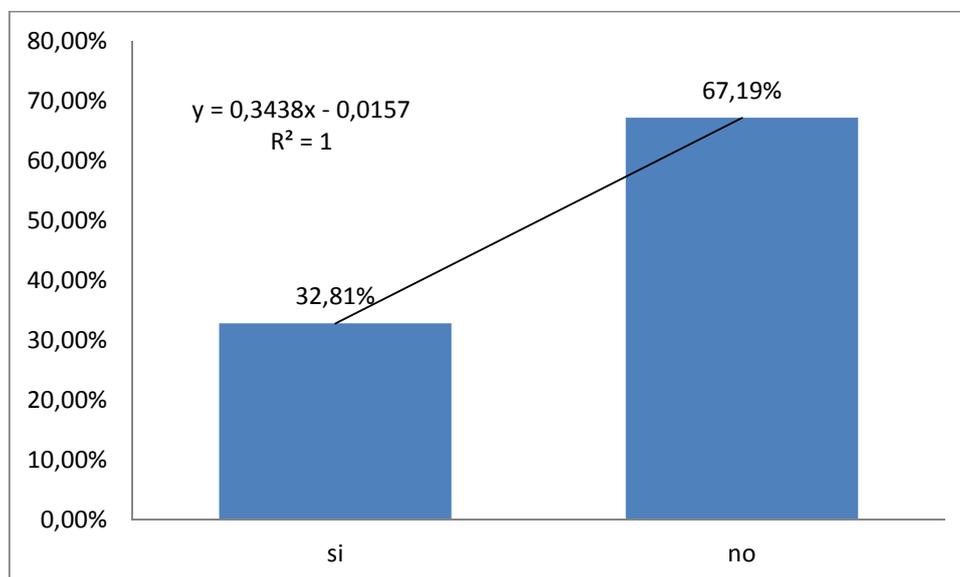
Con esta pregunta se desea conocer si el usuario está o no satisfecho con la instalación de su UBS, la mayoría responde de que no está satisfecho ya que en la mayoría no se hace uso de las mismas, pero aunque parezca increíble hay alguno usuarios que no le dan el uso al sistema pero si están satisfechos porque la caseta sanitaria les sirve como almacén de sus productos, la pregunta que se les hace es: ¿Usted Está Satisfecho Con la Calidad Que se le Instalaron las UBS? Y las respuestas se muestran en el cuadro 20.

Cuadro 20: La pregunta ¿Usted está satisfecho con la calidad que se le instalaron su UBS?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	21	32,8	32,8	32,8
	NO	43	67,2	67,2	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

Gráfico 7: El grado de satisfacción por la instalación de la UBS



Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

4.2.6. Estudio de la existencia de agua potable en el domicilio.

El estudio en esta etapa es muy importante, ya que los biodigestores necesitan de agua para su utilización, el proyecto ejecutado contempla 3 sectores (Ingave, Kcanamarca. Korcori), y cada sector cuenta con su propio reservorio, de estas solo funciona el reservorio del sector Korcori, por tener una captación a gravedad y en los otros dos sectores las captaciones son por

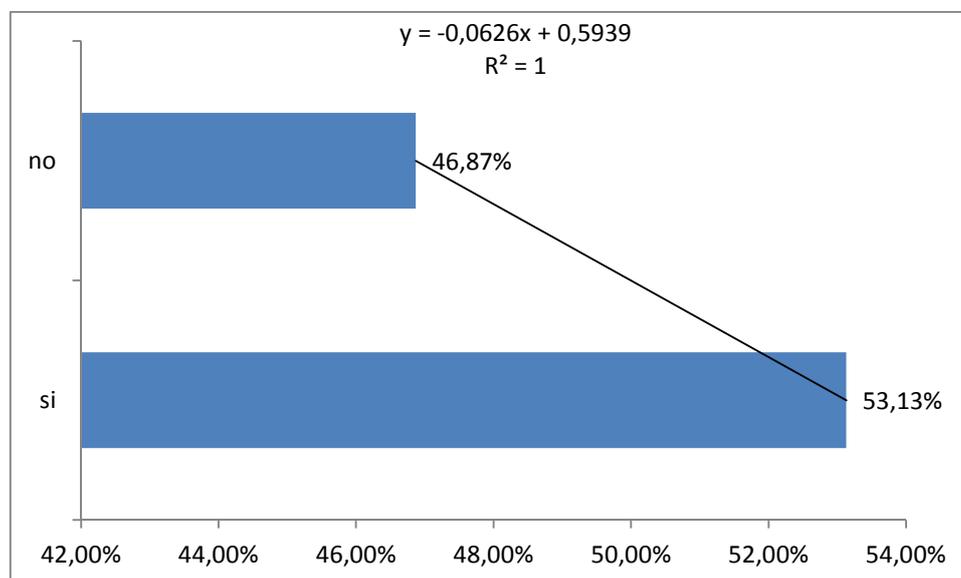
bombeo, que lamentablemente colapso, pero se tiene un proyecto muy antiguo que tiene una mínima cantidad de agua que ellos en la actualidad utilizan, pero solo para consumo y preparación de sus alimentos mas no para su utilización del biodigestor, los resultados de la pregunta se muestran a continuación.

Cuadro 21: La pregunta En su domicilio ¿Cuenta con el sistema de agua potable?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	34	53,1	53,1	53,1
	NO	30	46,9	46,9	100,0
	Total	64	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

Gráfico 8: La existencia de agua potable



Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

4.2.7. Estudio sobre la información que tienen acerca del uso, mantenimiento y limpieza del biodigestor.

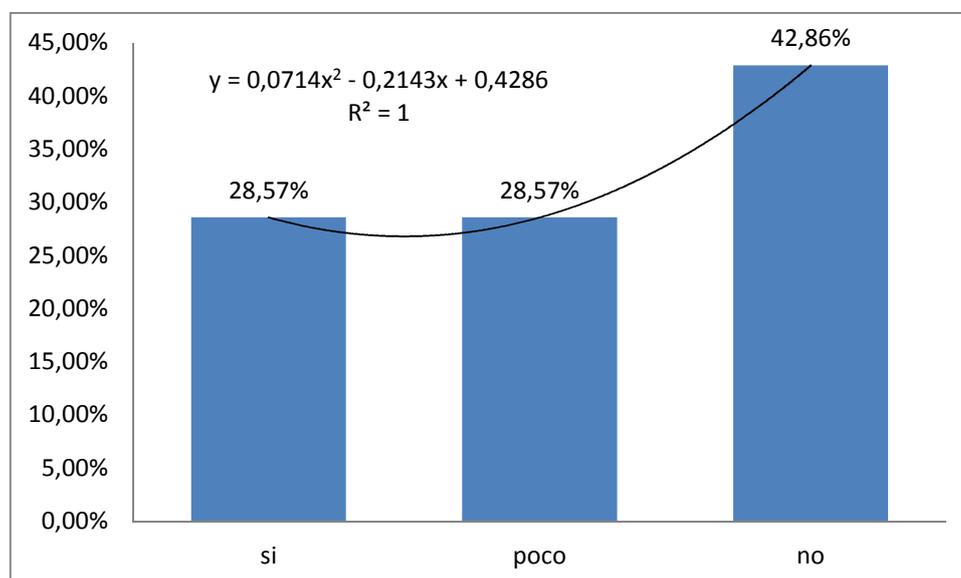
Esta pregunta se realiza solo para los usuarios que respondieron con si o poco, la pregunta de que si actualmente utilizaban el biodigestor, en esta esta se pretende conocer el grado de información que tienen los beneficiarios para hacer el buen uso y mantenimiento de los biodigestores, en donde se llega a la conclusion de que la mayoría no tiene conocimiento el de como deba de utilizar su biodigestor para que función óptimamente. Los resultados de la pregunta se detallan a continuación.

Cuadro 22: La pregunta Usted ¿sabe sobre cómo deba hacer su uso y mantenimiento de su biodigestor?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	6	9,4	28,6	28,6
	POCO	6	9,4	28,6	57,1
	NO	9	14,1	42,9	100,0
	Total	21	32,8	100,0	
Perdidos	Sistema	43	67,2		
Total		64	100,0		

Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

Gráfico 9: El grado de información sobre el uso y mantenimiento del biodigestor



Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

4.2.8. Estudio sobre la calidad de infiltración del pozo percolador.

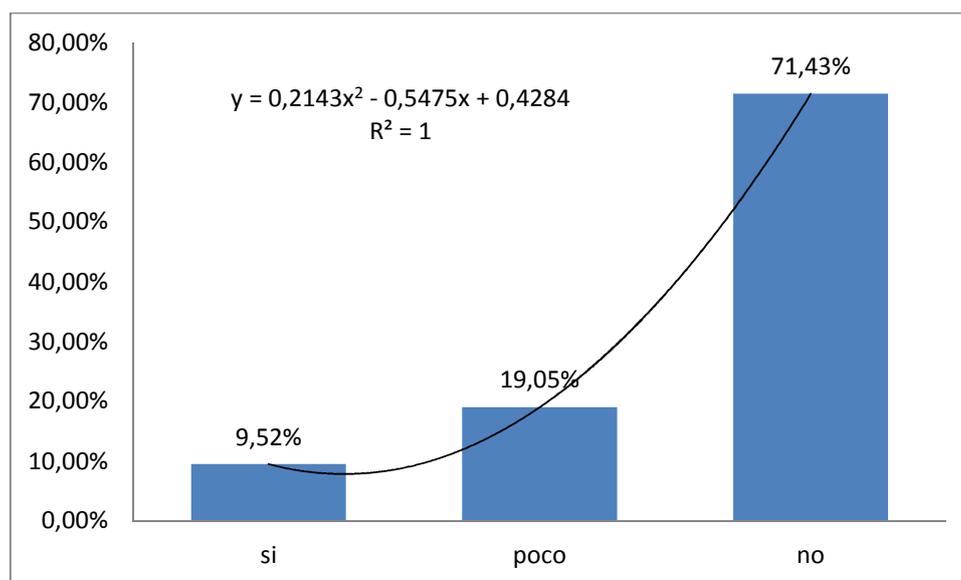
El agua tratada que sale del biodigestor pasa al pozo percolador, por tal razón es importante conocer el de cómo se comporta el pozo, en esta etapa la pregunta es de cuan frecuentemente se satura el pozo, esto generalmente ocurre en las riberas del lago Titicaca mientras tanto en las zonas altas hay presencia de roca lo que imposibilita la filtración del agua tratada. Los resultados de la consulta se detallan en el cuadro 23.

Cuadro 23: La pregunta a usted ¿Alguna vez se le ha rebotado el pozo de percolación?

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válidos	SI	2	3,1	9,5	9,5
	POCO	4	6,3	19,0	28,6
	NO	15	23,4	71,4	100,0
	Total	21	32,8	100,0	
Perdidos	Sistema	43	67,2		
Total		64	100,0		

Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

Gráfico 10: Rebose del pozo percolador



Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

4.3. Discusión de los resultados.

4.3.1. Evaluación de los resultados de la remoción de aguas residuales por el sistema del biodigestor.

Según los resultados del presente estudio en las lagunas los afluentes deben cumplir con las normas vigentes, para ser descargadas a cuerpos receptores sin generar contaminación, 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.

Cuadro 24: Análisis comparativo de los límites máximos permisibles para los efluentes de PTAR

Parámetro	Unidad	LMP De Efluentes Para Vertidos A Cuerpos De Agua	Parámetros Analizados En El Estudio	Comparación De Los Parámetros De LMP Vs Analizados En El Estudio
Aceites y Grasas	mg/L	20	4.57	SI CUMPLE
Coliformes Termotolerantes	NMP/100	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	295.1	NO CUMPLE
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200	602.2	NO CUMPLE
pH	Unidad	6.5-8.5	7.53	SI CUMPLE
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	150	78.1	SI CUMPLE
Temperatura	°C	<35	15	SI CUMPLE

Fuente: DECRETO SUPREMO N° 003-2010-MINAM

Que, los impactos ambientales del Sub Sector Hidrocarburos están asociados con las descargas de emisiones gaseosas y partículas a los cuerpos receptores -aire, agua y suelo-, por lo que los Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) se constituyen en mecanismos de gestión ambiental que permiten la convivencia entre diferentes actividades productivas y la salud humana, asegurando a su vez la calidad de dichos cuerpos receptores.

Los resultados obtenidos en los análisis se aprecian en el cuadro, en donde se observa que al comparar los valores observados en el efluente con los LMP establecidos en el D.S. N° 003 - 2010 - MINAM, se deduce que el nivel de contaminación no es aceptable al 100% ya que los contaminantes de los Parámetros analizados como el DBO y DQO. Superan los LMP. No se realizó la evaluación del parámetro de COLIFORMES TERMO TOLERANTES en base a los límites máximos permisibles (LMP), puesto que este tipo de análisis que se realizó en el laboratorio de Microbiología de la Facultad de medicina que no pudo facilitarnos los resultados indicando que no tienen los equipos para tal análisis.

4.3.2. Evaluación de los resultados del grado de información del uso del sistema del biodigestor.

Para conocer el grado de información que tienen los usuarios acerca del uso, mantenimiento y limpieza que se deba de dar al sistema tecnológico denominado Biodigestor Autolimpiable, se hace las preguntas descritas anteriormente, la evaluación de ellos se hace a continuación con los cuadros y figuras que se

detallan a continuación. En el gráfico 11 se puede observar que el género femenino no tiene idea de cómo utilizar el biodigestor, en el gráfico 12 se puede observar que los varones tienen más conocimiento acerca del uso y mantenimiento de los biodigestores autolimpiables.

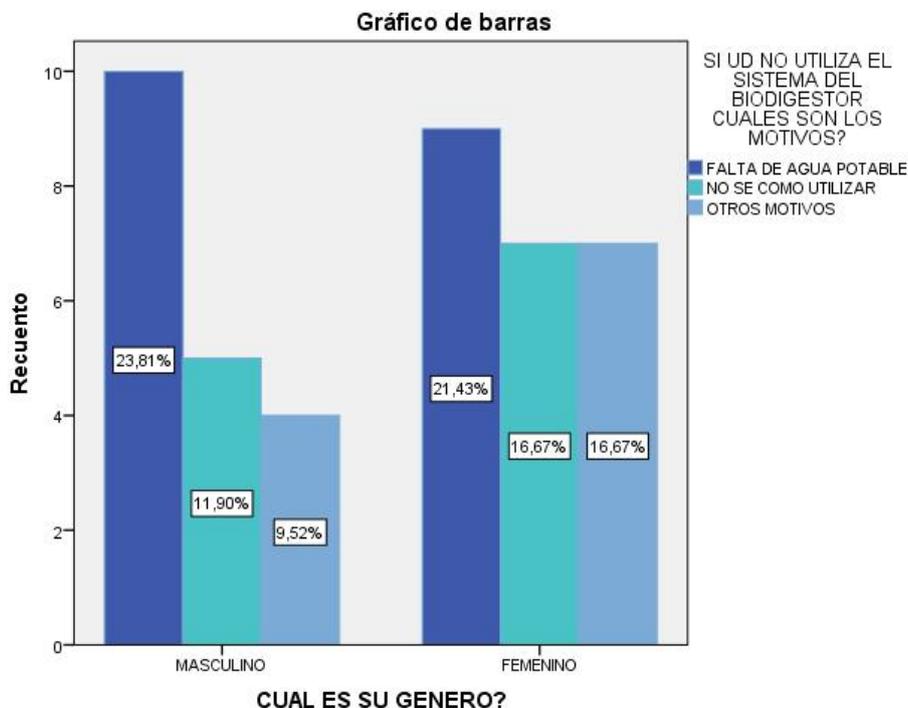
Cuadro 25: preguntas del género y las razones por la que no hace uso del biodigestor

			SI UD NO UTILIZA EL SISTEMA DEL BIODIGESTOR ¿CUALES SON LOS MOTIVOS?			Total
			FALTA DE AGUA POTABLE	NO SE COMO UTILIZAR	OTROS MOTIVOS	
¿CUAL ES SU GENERO?	MASCULINO	Recuento	10	5	4	19
		% dentro de ¿CUAL ES SU GENERO?	52,6%	26,3%	21,1%	100,0%
		% dentro de SI UD NO UTILIZA EL SISTEMA DEL BIODIGESTOR ¿CUALES SON LOS MOTIVOS?	52,6%	41,7%	36,4%	45,2%
	FEMENINO	Recuento	9	7	7	23
		% dentro de ¿CUAL ES SU GENERO?	39,1%	30,4%	30,4%	100,0%

		% dentro de SI UD NO UTILIZA EL SISTEMA DEL BIODIGESTOR ¿CUALES SON LOS MOTIVOS?	47,4%	58,3%	63,6%	54,8%
Total	Recuento		19	12	11	42
	% dentro de ¿CUAL ES SU GENERO?		45,2%	28,6%	26,2%	100,0%
	% dentro de SI UD NO UTILIZA EL SISTEMA DEL BIODIGESTOR ¿CUALES SON LOS MOTIVOS?		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

Gráfico 11: Según género y las razones por las que no utiliza el biodigestor

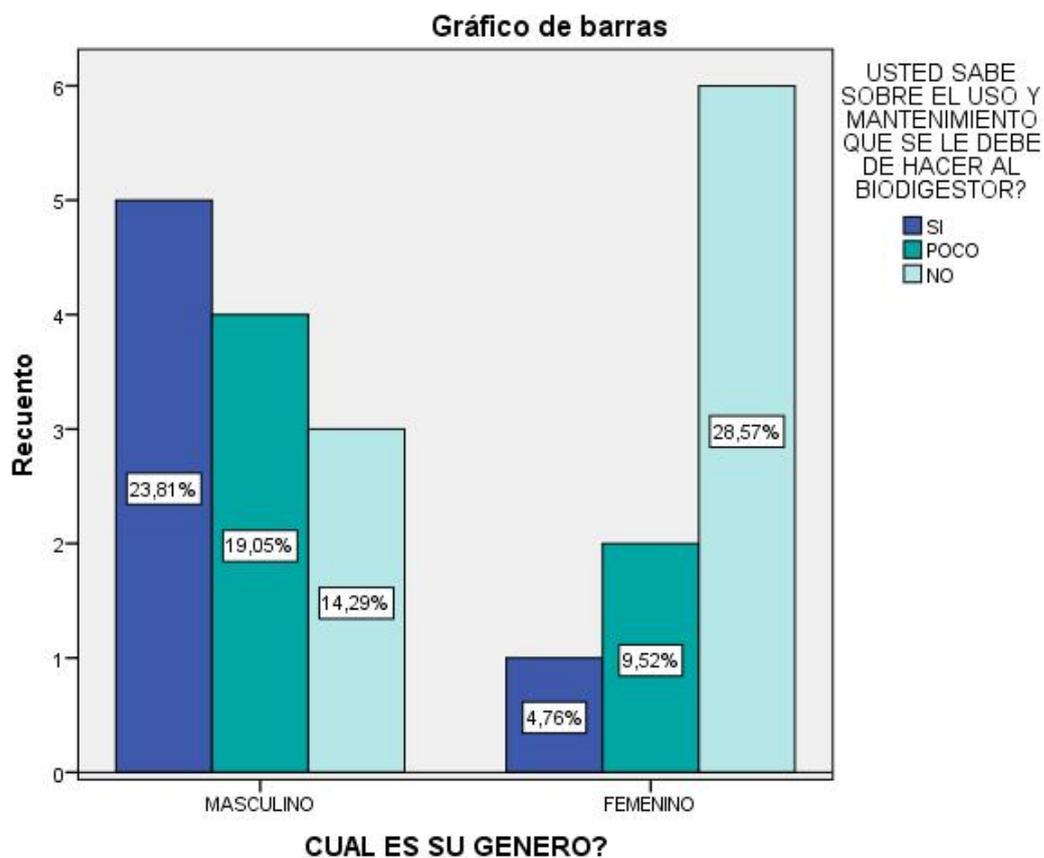


Fuente: Elaborado en base a los resultados de la encuesta

Cuadro 26: Las preguntas del género y el grado de información del uso del biodigestor

			USTED SABE SOBRE EL USO Y MANTENIMIENTO QUE SE LE DEBE DE HACER AL BIODIGESTOR?			Total
			SI	POCO	NO	
CUAL ES SU GENERO?	MASCULINO	Recuento	5 _a	4 _a	3 _a	12
		% dentro de ¿CUAL ES SU GENERO?	41,7%	33,3%	25,0%	100,0%
		% dentro de USTED ¿SABE SOBRE EL USO Y MANTENIMIENTO QUE SE LE DEBE DE HACER AL BIODIGESTOR?	83,3%	66,7%	33,3%	57,1%
	FEMENINO	Recuento	1 _a	2 _a	6 _a	9
		% dentro de ¿CUAL ES SU GENERO?	11,1%	22,2%	66,7%	100,0%
		% dentro de USTED ¿SABE SOBRE EL USO Y MANTENIMIENTO QUE SE LE DEBE DE HACER AL BIODIGESTOR?	16,7%	33,3%	66,7%	42,9%
Total		Recuento	6	6	9	21
		% dentro de ¿CUAL ES SU GENERO?	28,6%	28,6%	42,9%	100,0%
		% dentro de USTED ¿SABE SOBRE EL USO Y MANTENIMIENTO QUE SE LE DEBE DE HACER AL BIODIGESTOR?	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Cada letra de subíndice indica un subconjunto de USTED ¿SABE SOBRE EL USO Y MANTENIMIENTO QUE SE LE DEBE DE HACER AL BIODIGESTOR? categorías cuyas proporciones de columna no difieren significativamente entre sí en el nivel ,05.						

Gráfico 12: Género y grado de información del uso del biodigestor



Fuente: Elaboración en base a los resultados de encuesta.

CAPITULO V: CONCLUSIONES

Según los resultados de los análisis realizados los sistemas tecnológicos denominados Biodigestores Autolimpiables, 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, mas 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.

Según análisis fisicoquímico el parámetro DBO_5 tiene una concentración del efluente de 295.10 mg/L que en comparación a los LMP establecidos por el MINAM en el decreto supremo Nro. 003-2010 que solo permite un límite de 100 mg/L. el cual no cumple con lo establecido.

La Demanda Química de Oxígeno DQO el MINAM establece que el límite máximo permisible sea de 200 mg/L, pero en el análisis realizado el efluente tiene un parámetro de 602.20 mg/L, el cual tampoco cumple lo establecido por el MINAM.

Los otros parámetros analizados y en comparación a lo establecido por el MINAM 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, ya que en el análisis microbiológico realizado no se nos proporcionó tales resultados indicándonos que el laboratorio no cuenta con equipos para conocer el tipo de parámetro pedido para su análisis.

Acerca del grado de información del uso, mantenimiento y limpieza que se debe hacer al biodigestor autolimpiable los resultados son muy lamentables en donde se pudo observar que las mujeres en la gran mayoría no tienen ni idea el de cómo hacer el buen uso, 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.

El sistema de biodigestor no es utilizado por la mayoría de los que se han beneficiado con el proyecto, las razones son varias como la falta de agua potable, en los sectores de Ingavi y Kcanamarca han fallado el sistema de bombeo de agua potable, muchos domicilios donde se le instaló el sistema del biodigestor están abandonas porque el usuario radica el otro lugar, incluso fuera de la región, alguno usuarios no utilizaban su sistema a causa de que el pozo percolador está totalmente saturado, esto sucede en gran parte a los beneficiarios que viven a las orillas del lago, otros solamente preferían no utilizarlas, esto sucede mas que todo con los adultos mayores que prefieren utilizar su letrina de hoyo seco.

CAPITULO VI: RECOMENDACIONES

Se recomienda que los tanques pudieran ser de un tamaño más voluminoso con una capacidad de 1300 lts, porque los biodigestores estudiados solo tienen una capacidad de 600 lts., uno de los autores menciona que la temperatura marca la actividad de las bacterias, en la cual recomienda que para una temperatura entre 15 - 20°C una retención de 45 – 60 días, ya que mientras más tiempo este el agua residual en el tanque más tiempo se tendrá para poderlas remover.

Se recomienda que los proyectos incluyan la post inversión y si esta existe se haga efectiva porque en la zona de estudio los usuarios en su gran mayoría no tenían conocimiento el de cómo utilizarlas, 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 del proyecto, de esta manera se estaría lidiando con este problema de la falta de información acerca de modo en que se utiliza este tipo de sistema.

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. El operador debe ser capacitado al respecto, se deben realizar muestreos periódicos y sus respectivos análisis de laboratorio, tanto para la carga de entrada como de la salida del biodigestor, con el fin de evaluar la eficiencia en la

remoción de la DQO. DB0₅, sólidos totales, entre otros: así como la producción de nutrientes (nitrógeno y fósforo).

Se recomienda a las entidades a realizar las capacitaciones permanentes a toda la población beneficiaria para tener conocimiento con exactitud las dificultades que tienen el usuarios para hacer de buen uso del sistema.

CAPITULO VII: BIBLIOGRAFIA

Azevedo N., A. A. (1975). Manual de Hidráulica 6ta edición. Mexico: Maria S.A. de CV. MexicoDF.

CARE, P. (2005). Baño séptico domiciliario. Lima.

CARE, P. (2005). Diseño, construcción y mantenimiento de letrinas ecológicas, la experiencia de Ayacucho. Lima.

Castellanos, M. H. (s.f.). Estimación Pediátrica. Docente postgrado de pediatría hospital Roosevelt. alemania.

Comité, J. (1988). Evoluciones y organizaciones, Universidad de Oxenford. Oxcenford.

Crites y Tchobanoglous. (2002). Tratamiento de las aguas residuales en pequeñas poblaciones. Colombia: Edit. Mc Graw-Hill.

Egg, A. (1995). Evaluacion Fundamental.

ETERNIT. (2012). Manual de Instalación del Biodigestor. Biodigestor.

Gálvez, F. (2007). Diseño de Planta de tratamiento de aguas residuales sector cuatro caminos del municipio de Santa Pínula, Tesis de grado para optar el título de ingeniero civil, universidad San Carlos. Guatemala.

Hernández, A. (1994). Depuración de aguas residuales, 3ra edición. Madrid: Paraninfo.

MINAM. (2010). Decreto Supremo Nro 003-2010. Lima Perú.

Ministerio de Vivienda, y. C. (2007). Normas de Saneamiento. Lima.

Morillas, A. (1990). Muestreo en poblaciones finitas. Cali Colombia.

Organización Panamericana de la Salud. (2005). Guía de diseño de letrinas con arrastre hidráulico y letrina de pozo anegado. Lima.

Organización Panamericana de la Salud. (2005). Guía de diseño para letrinas de procesos secos. Lima.

Parra Rodríguez, L. M. (2006). Operación de un Filtro Anaeróbico de flujo ascendente (FAFA) hasta alcanzar el estado estable. Tesis de grado, universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Manizales Colombia.

Quipuzco. (2012). Propuesta para la obtención del biogás para los criadores caprinos y porcinos Tesis Universidad de Medellín. Medellín Colombia.

Quiroz R. (1972). Construcciones Rurales. Lima Perú.

Real Academia Española. (2013). Diccionario de la Real Academia Española. Madrid España.

RNE IS-020. (s.f.). Reglamento Nacional de Edificaciones.

Rotoplas. (2014). Manual de instalación del biodigestor Rotoplas. Manual de Instalación.

Santa, U. N. (2007). Implementación del Programa Nacional de Agua y Saneamiento Rural en la Localidad de Pacracallan, Departamento de Ancash. Ancash Perú.

Serra, R. (1985). Técnicas de Investigación Social Teoría y Ejercicios.

Tobón. (1986). Técnicas de Estudio e Investigación Universidad de Zaragoza. Zaragoza.

Urbina, B. (1994). Saneamiento Rural Gerencia de Ingeniería Básica y normas Técnicas UNALM Lima. Lima Perú.

ANEXOS

ANEXO 1

PANEL FOTOGRAFICO



Imagen 7: Comprobando la existencia de agua potable con los niños del PRONOEI Korcori



Imagen 8: Toma de muestra del afluyente en el PRONOEI Korcori



Imagen 9: Pozo percolador sin utilizar



Imagen 10: Pozo percolador abierto para muestreo del efluente



Imagen 11: Inodoro lleno de papeles falta de información del uso del biodigestor



Imagen 12: Caseta sanitaria utilizada como almacén



Imagen 13: Realizando preguntas aprovechando la reunión



Imagen 14: Cartel de obra del proyecto realizado



Imagen 15: Utilización de agua potable de un proyecto con más de 25 años de antigüedad



Imagen 16: Instalación del biodigestor autolimpiable



Imagen 17: Pozo de percolación del proyecto realizado

ANEXO 2

RESULTADOS DE LABORATORIO





Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N°0423

IQ-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : ANALISIS FISICO - QUIMICAS DE AGUAS RESIDUALES
PROCEDENCIA : Centro Poblado Sanquira, Distrito de Yunguyo, Provincia de Yunguyo
INTERESADO : Bachiller Rolando Jesus Mancha Cutipa
MOTIVO : Investigacion Tesis
MUESTREO : 14 De Septiembre 2015
ANALISIS : 15 De Septiembre 2015
COD. MUESTRA : LCCS-1826-01

PARAMETRO	DBO, mg/L	DBO mg/L	SST mg/L	ACEITE Y GRASAS mg/L	COLIF. TOTALES mg/L	COLI. FECALES Mg/L
AFLUENTE	410.90	824.30	178.7	12.1	1.68E+04	1.79E+03
EFLUENTE	295.10	602.20	74.5	4.38	8.68E+03	1.19E+03

Puno, C.U. 15 de Septiembre del 2015
 vºgº



[Signature]
 Dr. Edwin G. Bosa Condorena
 DISEÑO P.L.Q.
 UNA - PUNO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA



RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

SOLICITANTE : Bachiller Rolando Jesus Mancha Cutipa
 MOTIVO : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
 PRODUCTO : Aguas Residuales
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 14/09/2015
 PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS : C.P. Sanquira – Yunguyo – Yunguyo - Puno
 CANTIDAD DE MUESTRAS : 02
 FORMA DE PRESENTACIÓN : Envase de Polietileno (Botella de Plástico)
 ENSAYOS SOLICITADOS : Análisis Microbiológico
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 15/09/2015
 CENTRO DE ANALISIS : Laboratorio de Microbiología – Medicina Humana

RESULTADO ANALISIS MICROBIOLÓGICO		
AFLUENTE	Numeración de Coliformes Totales (NMP)	1.68E+04 Col. Tot./100 ml.
	Coliformes Fecales (NMP)	1.79E+03 Col. Tot./100 ml.
EFLUENTE	Numeración de Coliformes Totales (NMP)	8.68E+03 Col. Tot./100 ml.
	Coliformes Fecales (NMP)	1.19E+03 Col. Tot./100 ml.
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES SEGÚN DCRETO SUPREMO Nro 003-2010-MINAM		
Coliformes Termotolerantes 10,000 NMP/100 mL		

BALDUINO LORCO PALACIOS
 C.B.P. N° 2 25
 BIÓLOGO



Universidad Nacional del Altiplano - Puno
 FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
 LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD



N°0422

10-2015

Certificado de Análisis

ASUNTO : ANALISIS FISICO - QUIMICAS DE AGUAS RESIDUALES
PROCEDENCIA : Centro Poblado Sanquira, Distrito de Yunguyo, Provincia de Yunguyo
INTERESADO : Bachiller Rolando Jesus Mancha Cutipa
MOTIVO : Investigacion Tesis
MUESTREO : 29 De Junio 2015
ANALISIS : 30 De Junio 2015
COD. MUESTRA : LCCS-1826-01

PARAMETRO	DBO ₅ mg/L	DQO mg/L	SST mg/L	ACEITE Y GRASAS mg/L	COLIF. TOTALES mg/L	COLI. FECALES Mg/L
AFLUENTE	403,60	807,50	177,6	11,5	1,74E+04	1,84E+03
EFLUENTE	289,40	598,10	78,1	4,57	9,31E+03	1,22E+03

Puno, C.U. 30 de Junio del 2015
 VºBº



[Signature]
 Dr. Edwin G. Boza Condorena
 DECANO F.I.Q.
 UNA - PUNO



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO
FACULTAD DE MEDICINA HUMANA
LABORATORIO DE MICROBIOLOGIA



RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLÓGICO

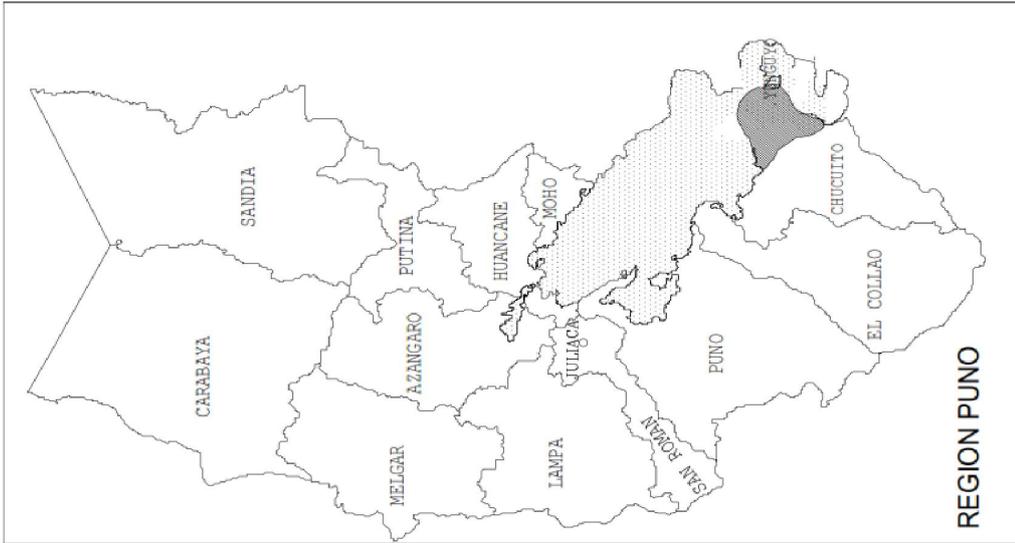
SOLICITANTE : Bachiller Rolando Jesus Mancha Cutipa
 MOTIVO : TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
 PRODUCTO : Aguas Residuales
 FECHA DE TOMA DE MUESTRA : 29/06/2015
 PROCEDENCIA DE LAS MUESTRAS : C.P. Sanquira – Yunguyo – Puno
 CANTIDAD DE MUESTRAS : 02
 FORMA DE PRESENTACIÓN : Envase de Polietileno (Botella de Plástico)
 ENSAYOS SOLICITADOS : Análisis Microbiológico
 FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 30/06/2015
 CENTRO DE ANALISIS : Laboratorio de Microbiología – Medicina Humana

RESULTADO ANALISIS MICROBIOLÓGICO		
AFLUENTE	Numeración de Coliformes Totales (NMP)	1.74E+04 Col. Tot./100ml.
	Coliformes Fecales (NMP)	1.84E+03 Col. Tot./100ml.
EFLUENTE	Numeración de Coliformes Totales (NMP)	9.31E+03 Col. Tot./100ml.
	Coliformes Fecales (NMP)	1.22E+03 Col. Tot./100ml.
LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES SEGÚN DCRETO SUPREMO Nro 003-2010-MINAM		
Coliformes Termotolerantes 10,000 NMP/100 mL		

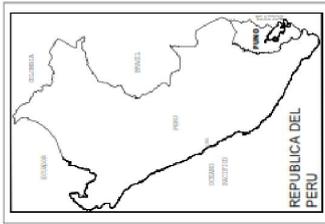
[Handwritten Signature]
 BALBINO LORGIO PALACIOS FRISANCHO
 C.B.P. N° 2125
BIÓLOGO

ANEXO 3

PLANOS DE DETALLE



REGION PUNO

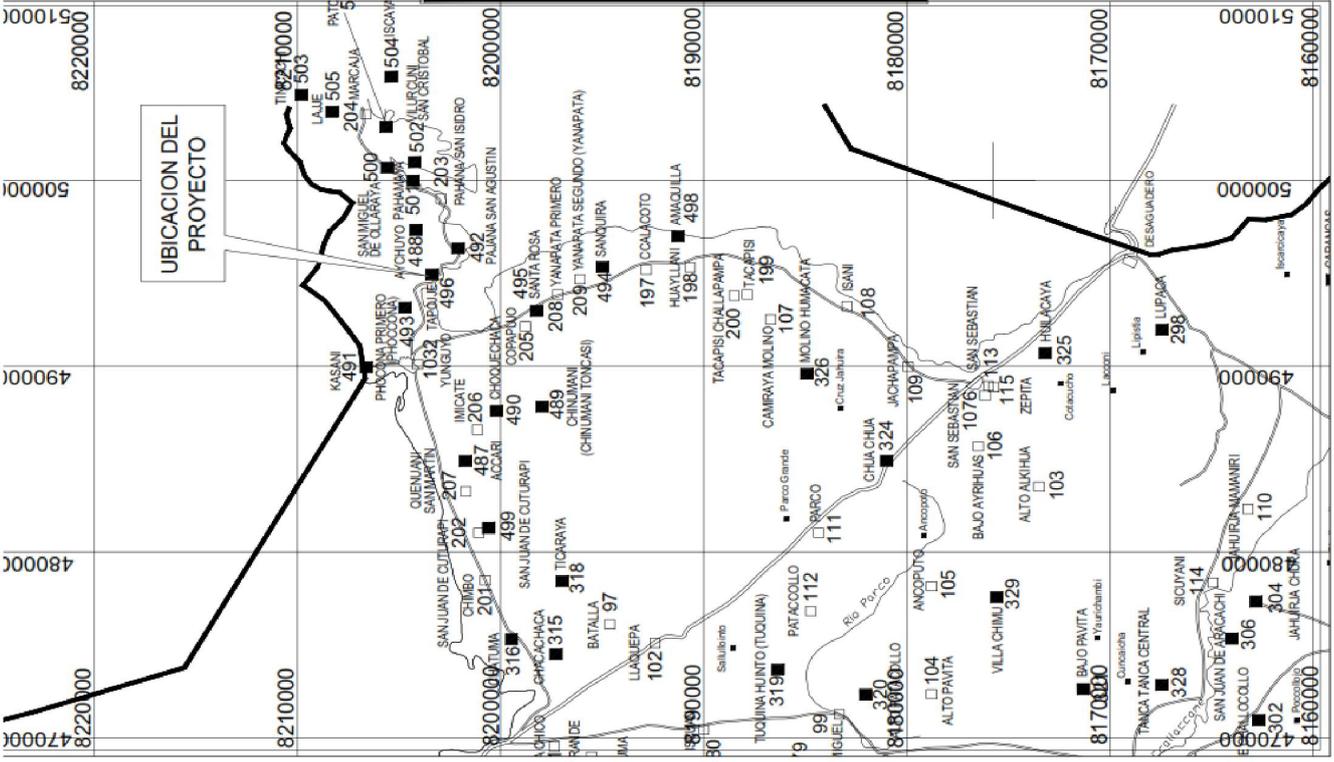
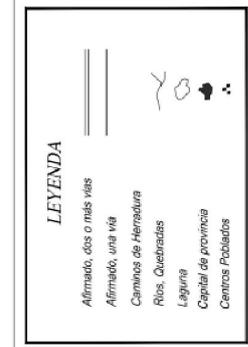


REPUBLICA DEL PERU



PROVINCIA DE YUNGUYO

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE YUNGUYO LIC. WALKER CHALCO RONDON <small>GERENTE EN JEFE</small>		CODIGO SNIP N°: 196212
PROYECTO: INSTALACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE Y DISPOSICION DE EXCRETAS DEL CENTRO POBLADO PUERTO TAPAJE, DISTRITO Y. PROVINCIA DE YUNGUYO - PUNO	DISEÑO: N° B. APROBACION INMEDIACION: CP 0000	PLANO N°: UB - 01
PLANO DE: UBICACION DEL PROYECTO	ESCALA: INDICADAS	TOTAL DE PLANOS: 1 de 1
FECHA: INDICADAS		EMBUDO DEL DISEÑO



ANEXO 4

NORMAS LEGALES



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 en 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 Único 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 Único 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 Único 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

ANEXO 5

ENCUESTAS

ENCUESTA SOBRE EL GRADO DE INFORMACION DEL BIODIGESTOR AUTOLIMPIABLE EN EL CENTRO POBLADO DE SANQUIRA – YUNGUYO AGOSTO 2015

Porfirio Jargui Chambi Pkte Koricari

1. ¿Cuál es su Género?

MASCULINO	FEMENINO
	X

2. ¿Cuántos años tienes?

38

3. ¿Usted Actualmente Utiliza el Sistema Biodigestor Autolimpiable?

SI	POCO	NO
X		

4. ¿Si Usted No Utiliza el Sistema del Biodigestor Autolimpiable Cuáles son los Motivos?

- a) Falta de Agua Potable b) No sé cómo Utilizar c) Otros.

5. ¿Usted Está Satisfecho Con la Calidad Que se le Instalaron su UBS?

SI	NO
	X

6. ¿En Su Domicilio Cuenta Con El Sistema De Agua Potable?

SI	NO
	X

7. ¿Usted Sabe Sobre El Uso Y Mantenimiento Que Le Debe Dar a su Sistema del Biodigestor Autolimpiable?

SI	POCO	NO
X		

8. ¿A Usted Alguna Vez Se Le Ha Rebosado El Pozo De Percolación?

SI	POCO	NO
	X	