



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**



**EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE  
DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA  
BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE  
OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023**

**TESIS PRESENTADA POR:**

**Bach. GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

**JULIACA - PERÚ**

**2024**



**UNIVERSIDAD ANDINA**

**NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE  
DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA  
BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE  
OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023**

TESIS PRESENTADA POR:

**Bach. GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL**

APROBADA POR EL JURADO REVISOR:

**PRESIDENTE**

Dr. CÉSAR JULIO LARICO MAMANI

**PRIMER MIEMBRO**

M. Sc. JESÚS ESTEBAN CASTILLO MACHACA

**SEGUNDO MIEMBRO**

Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES

**ASESOR DE TESIS**

Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22



# UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

## RESOLUCIÓN DECANAL N° 380-2024-D-FICP-UANCV

Juliaca, 10 de agosto de 2024

### VISTOS:

El OFICIO N° 068-2024-D/EPISA/FICP-UANCV del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y Resolución Decanal N° 365-2024 de fecha 01 de agosto de 2024 sobre la aprobación del Informe Final del trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**; y el trámite solicitado por el Bachiller en Ingeniería Sanitaria y Ambiental y;

### CONSIDERANDO:

Que, el Bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**; ha solicitado fecha y hora para efectuar la sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**, para rendir el examen de sustentación del trabajo de Investigación (tesis) y optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, y;

Que, los Jurados designados por el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la FICP, están integrados por los siguientes Docentes:

- |               |   |  |
|---------------|---|--|
| • Presidente  | : | Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI            |
| • 1er Miembro | : | M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA     |
| • 2do Miembro | : | Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES      |
| • Asesor      | : | Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS |

De conformidad al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

### RESUELVE:

**ARTICULO PRIMERO** - APROBAR Lugar, Día y Hora para que el (la) bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**; rendirá el Examen de Sustentación del Informe Final del Trabajo de Investigación (tesis) titulado **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** de acuerdo al siguiente detalle:

- **FECHA** : miércoles 14 de agosto de 2024
- **HORA** : 08:00
- **LUGAR** : Aula 306 - pabellón de hidráulica

**ARTICULO SEGUNDO** - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

MILTHON QUISEP HUANCA  
DECANO  
CIP: 47790



VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
OFICINA DE INVESTIGACIÓN

FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP: 47790



**UNIVERSIDAD ANDINA**  
**“NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ”**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 359-2023-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 02 de junio 2023

**VISTOS:**

El, **INFORME N° 182-2023-D-UI-FICP.UANCV**, del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **INFORME DE OPINIÓN TÉCNICA N° 066-2022-UANCV-FICP-EPISA-CI/cjlm** del responsable del Comité de Investigación, la **opinión técnica N° 061-2022-UANCV-FICP-UI-CI** del presidente del sub comité de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y el **ACTA DE REGISTRO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN** según reglamento interno de aseguramiento de la calidad de trabajos de investigación de fecha **06 de diciembre de 2022**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**.

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**, ha presentado su Proyecto de Investigación Titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**.

Que, al haberse cumplido con los requisitos exigidos por el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras; el responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, nominó a la sub comisión de evaluación de Proyecto de Investigación, a los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : **Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI**
- \* **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- \* **2do Miembro** : **Ing. JAVIER ARTURO BOJORQUEZ GANDARILLAS**

Que, la sub comisión de evaluación ha concluido aprobar sin observación el Proyecto de Investigación titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**, y;

Que, es requisito indispensable contar con un Docente Ordinario y/o contratado de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras con un mínimo de cinco años de docencia, grado de magister y experiencia en la línea a investigar, que será el asesor de Proyecto de Investigación, y;

**Estando**, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTÍCULO PRIMERO.- APROBAR**, el **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**, presentado por el (la) Bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**.

La misma que deberá proceder con la ejecución del Proyecto de Investigación aprobado de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales y el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**ARTÍCULO SEGUNDO.- RECONOCER** como **ASESOR DE INVESTIGACIÓN** al (a la) docente contratada de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, **M.Sc. LILY ZEA GONZALES**.

**ARTÍCULO TERCERO.- DISPONER** que, la Unidad de Investigación, Responsables del Comité de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc. archivo 2023  
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Mgtr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
C.I.P. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
C.I.P. 95531



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 365-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 01 de agosto de 2024

**VISTOS:**

El **INFORME N° 134-2024-D-UI-FICP.UANCV**, del Director Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **INFORME N° 018-2024-UI-CI-EPISA-FICP-UANCV** del Presidente del Sub Comité de Evaluación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, **RESOLUCIÓN DECANAL N° 359-2023-D-FICP-UANCV** que aprueba el Proyecto de Investigación el **02 de junio de 2023** y el acta de revisión y calificación del Trabajo de Investigación (tesis) de fecha **03 de junio de 2024** para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023.**

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**, ha presentado su Trabajo de Investigación (tesis) Titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023.**

Que, habiendo procedido de acuerdo al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajo de Investigación, con fines de la obtención de Grados Académicos de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el Responsable del Comité de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, nominó a la sub comisión de evaluación de trabajo de investigación, a los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : **Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI**
- \* **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- \* **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, el Sub Comité de evaluación ha aprobado en su integridad el Trabajo de Investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023.**

Que, la Oficina de Investigación ha aprobado con el Dictamen N° 272-2024, la originalidad del trabajo de investigación (tesis) titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023.**

Estando, conforme a la **RESOLUCIÓN DECANAL N°064-2019-CF-FICP-UANCV** de fecha 02 de octubre de 2019 donde aprueba el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales a la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, que consta de XI capítulos y 71 artículos, y;

**Estando**, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación y en concordancia al Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.- APROBAR**, el informe final de **TRABAJO DE INVESTIGACIÓN (Tesis)**, del Bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el Tema Titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023.**

La misma que deberá proceder a la impresión de su borrador de Trabajo de Investigación en limpio, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento de Aseguramiento de la Calidad de Trabajos de Investigación, con fines de obtención de Grados Académicos y Títulos Profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras - Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

**ARTICULO SEGUNDO.- RECONOCER**, como asesor del Trabajo de Investigación (tesis) al docente ordinario de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, al **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS.**

**ARTICULO TERCERO.-** La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese,

cc  
archivo 2024  
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

D. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 95531



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 356-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 26 de julio de 2024

**VISTOS:**

El OFICIO N° 065-2024-D/EPISA/FICP-UANCV, del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, sobre el pedido de cambio de asesor del Proyecto de Investigación del Bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**; para optar al Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**;

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**, ha solicitado cambio de ASESOR del Proyecto de Investigación titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**, aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL N° 359-2023-D-FICP-UANCV de fecha 02 de junio de 2023; conformado por los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : **Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI**
- \* **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- \* **2do Miembro** : **Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES**

Que, el director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras ha tomado de conocimiento que el ASESOR del Proyecto de Investigación el (la) **Ing. KAREN KELLY QUISPE QUISPE**, no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, por lo que ha determinado cambiar al ASESOR del Proyecto de Investigación, conforme lo establece el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos e investigación con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

**Estando**, al proveído a la solicitud del ejecutante del Proyecto de Investigación y el documento de vistos, el director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, mediante el cual informa la designación de nuevo ASESOR; el mismo que deberá actuar según el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos e investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**Estando**, en la opinión favorable del responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, en concordancia al Reglamento aseguramiento de calidad de trabajos e investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.** - APROBAR, el cambio de asesor del proyecto de investigación presentado por el Bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS** con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, se le asigna como:

- \* **ASESOR** : **Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS**

**ARTICULO SEGUNDO.** - Disponer a los miembros del Sub comité de evaluación dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del Proyecto de Investigación, trabajo de investigación o sustentación de trabajo de investigación, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución decanal de aprobación de Proyecto de Investigación, que se mencionan en el considerando.

**ARTICULO TERCERO.** - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el responsable del comité de investigación y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, el secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc  
archivo 2024  
interesado in



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

*[Signature]*

Dr. MILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

*[Signature]*

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 95531



UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 147-2024-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 26 de abril de 2024

**VISTOS.-**

El OFICIO N° 039-2024-D/EPISA/FICP-UANCV, del Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental y el proveído del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, sobre el pedido de cambio de miembro (s) del sub comité de evaluación del Proyecto de Investigación, del Bachiller: GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS para optar el Título Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**, y;

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS ha solicitado cambio del segundo miembro de la terna del sub comité de evaluación del Proyecto de Investigación, titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023** aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL N°359-2023-D-FICP-UANCV de fecha 02 de junio de 2023; conformado por los siguientes Docentes:

- ❖ **Presidente** : Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI
- ❖ **1er. Miembro** : M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
- ❖ **2do. Miembro** : Ing. JAVIER ARTURO BOJORQUEZ GANDARILLAS

Que; el Director y el responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental ha tomado conocimiento que él, segundo miembro no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, por lo que ha determinado proceder con el sorteo para el cambio de la terna de la sub comisión de evaluación del Proyecto de Investigación, conforme lo establece el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

Estando, a los documentos de VISTOS, mediante el cual informa la designación de la nueva terna de la sub comisión de evaluación; el mismo que deberá actuar según el Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

Estando, en la opinión favorable del Director de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el Director y el responsable del Comité de Investigación de la escuela profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, en concordancia al Reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos de investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.** - APROBAR, el cambio del segundo miembro de la Terna del sub comité de evaluación del Proyecto de Investigación presentado por el bachiller: GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS, titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**, para optar el título profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental quedando la conformación del sub comité de evaluación de la siguiente forma:

- ❖ **Presidente** : Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI
- ❖ **1er. Miembro** : M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA
- ❖ **2do. Miembro** : Mgtr. FRANZ JOSEPH BARAHONA PERALES
- ❖ **Asesor (a)** : Ing. KAREN KELLY QUISPE QUISPE

**ARTICULO SEGUNDO.** - Disponer a los miembros de la sub comisión de evaluación designados, dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del proyecto de investigación, borrador de trabajo de investigación o sustentación del trabajo de investigación, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución Decanal de aprobación de proyecto de investigación, que se mencionan en el considerando.

**ARTICULO TERCERO.** - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el responsable de investigación y el Director de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, el Secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese

CC:  
Archivo 2024  
Interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. MILTON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Dr. EFRAN PARILO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 55531



**UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"**

**RESOLUCIÓN DECANAL N° 1362-2023-D-FICP-UANCV**

Juliaca, 07 de diciembre de 2023

**VISTOS:**

El OFICIO N° 157-2023-D/EPISA/FICP-UANCV, del Director de la Escuela Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, sobre el pedido de cambio de asesor del Proyecto de Investigación del Bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**; para optar al Título Profesional de **Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**;

**CONSIDERANDO:**

Que, el (la) Bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS**, ha solicitado cambio de ASESOR del Proyecto de Investigación titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**, aprobado con la RESOLUCIÓN DECANAL N° 359-2023-D-FICP-UANCV de fecha 02 de junio de 2023; conformado por los siguientes Docentes:

- \* **Presidente** : **Dr. CESAR JULIO LARICO MAMANI**
- \* **1er Miembro** : **M.Sc. JESUS ESTEBAN CASTILLO MACHACA**
- \* **2do Miembro** : **Ing. JAVIER ARTURO BOJORQUEZ GANDARILLAS**

Que, el director de la Escuela Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental** de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras ha tomado de conocimiento que el **ASESOR** del Proyecto de Investigación el (la) **M.Sc. LILY ZEA GONZALES**, no tiene vínculo laboral en la Escuela Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, por lo que ha determinado cambiar al **ASESOR** del Proyecto de Investigación, conforme lo establece el reglamento de reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos e investigación con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, y;

**Estando**, al proveído a la solicitud del ejecutante del Proyecto de Investigación y el documento de vistos, el director de la Escuela Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, mediante el cual informa la designación de nuevo ASESOR; el mismo que deberá actuar según el reglamento de aseguramiento de calidad de trabajos e investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**Estando**, en la opinión favorable del responsable del comité de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniero Sanitario y Ambiental, en concordancia al Reglamento aseguramiento de calidad de trabajos e investigación, con fines de obtención de grados académicos y títulos profesionales de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras y en uso a las atribuciones, que le concede la ley Universitaria N° 30220, ley de creación de la UANCV N° 23738 y modificatoria N° 24661, y el Estatuto de la UANCV, el Decano de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras.

**RESUELVE:**

**ARTICULO PRIMERO.** - **APROBAR**, el cambio de asesor del proyecto de investigación presentado por el Bachiller: **GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS** con el tema titulado: **EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023**, para optar el Título Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, se le asigna como:

- \* **ASESOR** : **Ing. KAREN KELLY QUISPE QUISPE**

**ARTICULO SEGUNDO.** - Disponer a los miembros del Sub comité de evaluación dar continuidad al trámite de evaluación y calificación del Proyecto de Investigación, trabajo de investigación o sustentación de trabajo de investigación, según sea el caso que se encuentre cada expediente. Quedando valido en sus demás disposiciones la Resolución decanal de aprobación de Proyecto de Investigación, que se mencionan en el considerando.

**ARTICULO TERCERO.** - La Unidad de Investigación de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, el responsable del comité de investigación y el Director de la Escuela Profesional de **Ingeniero Sanitario y Ambiental**, el secretario Académico de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras, quedan encargados del cumplimiento de la presente Resolución.

Regístrese, Comuníquese, Archívese.

cc:  
archivo 2022  
interesado (a)



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. WILTHON QUISPE HUANCA  
DECANO  
CIP. 47790



UNIVERSIDAD ANDINA "NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y Cs. PURAS

Dr. EFRAIN PARILLO SOSA  
SECRETARIO ACADÉMICO  
CIP. 95531



## EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023

### INFORME DE ORIGINALIDAD

11 %

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez Trabajo del estudiante	3%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1 %
3	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
4	<a href="http://eprints.uanl.mx">eprints.uanl.mx</a> Fuente de Internet	1 %
5	<a href="http://repositorio.unc.edu.pe">repositorio.unc.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
6	Submitted to Universidad TecMilenio Trabajo del estudiante	<1 %
7	Submitted to unajma Trabajo del estudiante	<1 %



### Metadatos Complementarios

<b>Título de la tesis</b>	
EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023	
<b>Datos de autor</b>	
Apellidos y Nombres	MAMANI RAMOS GIMI CRISTIAN
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	70113329
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0006-6870-7450">https://orcid.org/0009-0006-6870-7450</a>
<b>Datos de asesor</b>	
Apellidos y Nombres	VALDIVIA CARDENAS SALVADOR TEODORO
Tipo de documento de identidad	DNI
Número de documento de identidad	02383061
URL de ORCID	<a href="https://orcid.org/0009-0008-8660-8733">https://orcid.org/0009-0008-8660-8733</a>
<b>Datos del jurado</b>	
<b>Presidente del jurado</b>	
Apellidos y Nombres	LARICO MAMANI CESAR JULIO
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	42059080
<b>Miembro del jurado 1</b>	
Apellidos y Nombres	CASTILLO MACHACA JESUS ESTEBAN
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	01323821
<b>Miembro del jurado 2</b>	
Apellidos y Nombres	BARAHONA PERALES FRANZ JOSEPH
Tipo de documento	DNI
Número de documento de identidad	02442876



<b>Datos de investigación</b>	
Línea de investigación	SANEAMIENTO AMBIENTAL - P22
Grupo de investigación	No aplica.
Agencia de financiamiento	SIN FINANCIAMIENTO
Ubicación geográfica de la investigación	<p>País: Perú            Departamento: Puno            Provincia: Lampa            Distrito: Palca            Sector: Palca</p> <p>Latitud: -15.23703°            Longitud: -70.59706°</p> <p><a href="https://maps.app.goo.gl/mUXFKhHLSpwNDsuY8">https://maps.app.goo.gl/mUXFKhHLSpwNDsuY8</a></p> 
Año o rango de años en que se realizó la investigación	Junio 2023 – Agosto 2024
URL de disciplinas OCDE	<p><b>Ingeniería Ambiental</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.07.00</a></p> <p><b>Ciencias ambientales</b>  <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.07.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#5.07.01</a></p>





**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD**

Yo GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS, identificado con DNI Nro. 70113329, en mi condición de egresado de:

- Escuela Profesional
- Programa de Segunda Especialidad,
- Programa de Maestría o Doctorado

SANITARIA Y AMBIENTAL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación,  Trabajo Académico denominada:

"EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCANICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO Y DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023"

Asesorado por: SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

El incumplimiento de lo declarado da lugar a responsabilidad del declarante, en consecuencia; a través del presente documento asumo frente a terceros, la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez y/o la Administración Pública toda responsabilidad que pueda derivarse por el trabajo final presentado. Lo señalado incluye responsabilidad pecuniaria incluido el pago de multas u otros por los daños y perjuicios que se ocasionen.

Juliaca 18 de NOVIEMBRE del 2024

Firma del Asesor

Firma del Estudiante



Huella



## DEDICATORIA

A mis padres, hermanos, amigos y todos aquellos que a lo largo de mi carrera universitaria hasta terminar el presente trabajo de investigación me brindaron su apoyo incondicional.



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, en especial a la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental que me albergó 5 años en sus aulas, con excelentes docentes que me inculcaron grandiosos conocimientos.

A los miembros de jurado, Dr. Cesar Julio Larico Mamani, M. Sc. Jesús Esteban Castillo Machaca y Mgtr. Franz Joseph Barahona Perales por sus aportes y sugerencias.

A mi asesor de tesis, Mgtr. Salvador Teodoro Valdivia Cárdenas por su disposición, contribución e indicaciones para terminar el presente trabajo de investigación.

A mis padres, hermanos y amigos quienes me brindaron su apoyo durante la elaboración del proyecto de investigación. En especial a mi cuñado Nelson, mi hermana Luz Mery y mis sobrinos Sadith y Lian por apoyarme y extender su mano en momentos difíciles.



## ÍNDICE GENERAL

**ÍNDICE GENERAL**..... **i**  
**ÍNDICE DE TABLAS**..... **vi**  
**ÍNDICE DE FIGURAS**..... **vii**  
**RESUMEN**..... **ix**  
**ABSTRACT** ..... **x**  
**INTRODUCCIÓN**..... **xi**

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA..... 1  
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 3  
    1.2.1. Problema general..... 3  
    1.2.2. Problemas específicos ..... 3  
1.3. OBJETIVOS..... 3  
    1.3.1. Objetivo general ..... 3  
    1.3.2. Objetivos específicos..... 3  
1.4. JUSTIFICACIÓN..... 4  
1.5. HIPÓTESIS ..... 4  
    1.5.1. Hipótesis general ..... 4  
    1.5.2. Hipótesis específicas ..... 5  
1.6. VARIABLES..... 5  
    1.6.1. Variables independientes..... 5  
    1.6.2. Variables dependientes..... 5  
1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LOS VARIABLES ..... 6



## CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1.	ANTECEDENTES .....	7
2.1.1.	NIVEL INTERNACIONAL .....	7
2.1.2.	NIVEL NACIONAL .....	8
2.2.	BASES TEÓRICAS .....	9
2.2.1.	Contaminación del agua .....	9
2.2.2.	Aguas residuales.....	9
2.2.2.1.	Características de aguas residuales .....	10
2.2.3.	Aguas residuales domésticas .....	10
2.2.3.1.	Demanda Bioquímica de Oxígeno .....	10
2.2.3.2.	Demanda Química de Oxígeno .....	11
2.2.4.	Caudal de agua residual.....	11
2.2.5.	Tratamiento de aguas residuales .....	12
2.2.6.	Filtros percoladores .....	13
2.2.6.1.	Características del medio filtrante .....	14
2.2.6.2.	Capa de limo biológico .....	15
2.2.6.3.	Sistemas de filtración por percolación .....	16
2.2.7.	Rocas volcánicas .....	17
2.3.	MARCO CONCEPTUAL .....	18
2.3.1.	Definiciones .....	18

## CAPITULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN .....	20
3.2.	TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	20
3.3.	MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	20
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	21



3.4.1.	Población.....	21
3.4.2.	Muestra.....	21
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS .....	21
3.5.1.	Técnicas.....	21
3.5.2.	Instrumentos .....	22
3.6.	MATERIALES Y EQUIPOS .....	22
3.6.1.	Materiales .....	22
3.6.2.	Equipos.....	23
3.7.	LUGAR DE ESTUDIO .....	23
3.8.	DISEÑO DEL FILTRO PERCOLADOR .....	24
3.9.	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO .....	26
3.9.1.	Procedimiento metodológico para el primer objetivo específico.....	26
3.9.1.1.	Puntos de muestreo .....	26
3.9.1.2.	Análisis de las características físicas .....	30
3.9.1.3.	Trabajo de gabinete.....	30
3.9.2.	Procedimiento metodológico para el segundo objetivo específico .....	30
3.9.2.1.	Puntos de muestreo .....	30
3.9.2.2.	Toma de muestras .....	31
3.9.2.3.	Análisis en laboratorio .....	34
3.9.2.4.	Trabajo de gabinete.....	34
3.9.3.	Procedimiento metodológico para el tercer objetivo específico .....	34
3.9.3.1.	Puntos de muestreo .....	34
3.9.3.2.	Toma de muestras .....	35
3.9.3.3.	Análisis de laboratorio .....	38
3.9.3.4.	Trabajo de gabinete.....	38
3.10.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	38
3.10.1.	Prueba de normalidad .....	38



3.10.2.	Comprobación de la hipótesis.....	38
3.10.3.	Verificación de la eficiencia .....	39

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.	RESULTADOS .....	40
4.1.1.	Resultados del primer objetivo específico .....	40
4.1.1.1.	Resultado de análisis de laboratorio .....	40
4.1.1.2.	Prueba de normalidad .....	44
4.1.1.3.	Comprobación de la hipótesis.....	45
4.1.2.	Resultado del segundo objetivo específico .....	46
4.1.2.1.	Resultado de análisis de laboratorio .....	46
4.1.2.2.	Prueba de normalidad .....	48
4.1.2.3.	Comprobación de hipótesis.....	48
4.1.2.4.	Verificación de la eficiencia .....	49
4.1.3.	Resultado del tercer objetivo específico.....	50
4.1.3.1.	Resultado de análisis de laboratorio .....	50
4.1.3.2.	Prueba de normalidad .....	52
4.1.3.3.	Comprobación de hipótesis.....	52
4.1.3.4.	Verificación de la eficiencia .....	53
4.2.	DISCUSIONES .....	54
4.2.1.	Discusión del primer objetivo específico .....	54
4.2.2.	Discusión del segundo objetivo específico .....	54
4.2.3.	Discusión del tercer objetivo específico.....	56

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	CONCLUSIONES.....	57
5.2.	RECOMENDACIONES .....	58



<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>64</b>



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Operacionalización de los variables</i> .....	6
<b>Tabla 2</b> <i>Ubicación política del distrito de palca</i> .....	23
<b>Tabla 3</b> <i>Ubicación de los puntos de muestreo de rocas volcánicas</i> .....	28
<b>Tabla 4</b> <i>Puntos de muestreo de agua residual para análisis de demanda bioquímica de oxígeno</i> .....	31
<b>Tabla 5</b> <i>Puntos de muestreo de agua residual para análisis de demanda química de oxígeno</i> .....	34
<b>Tabla 6</b> <i>Resultado de análisis de porosidad de las rocas volcánicas</i> .....	40
<b>Tabla 7</b> <i>Resultado de análisis de densidad seca de las rocas volcánicas</i> .....	41
<b>Tabla 8</b> <i>Resultado de análisis de densidad húmeda de las rocas volcánicas</i> .....	42
<b>Tabla 9</b> <i>Resultado de análisis de contenido de humedad de las rocas volcánicas</i> .....	43
<b>Tabla 10</b> <i>Prueba de normalidad de la primera hipótesis específica</i> .....	44
<b>Tabla 11</b> <i>Prueba de análisis de varianza para la primera hipótesis específica</i> .....	45
<b>Tabla 12</b> <i>Resultado de análisis de demanda bioquímica de oxígeno</i> .....	46
<b>Tabla 13</b> <i>Prueba de normalidad de la segunda hipótesis específica</i> .....	48
<b>Tabla 14</b> <i>Prueba de t-Student para la segunda hipótesis específico</i> .....	49
<b>Tabla 15</b> <i>Eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxigenogeno</i> .....	50
<b>Tabla 16</b> <i>Resultado de análisis de demanda química de oxígeno</i> .....	50
<b>Tabla 17</b> <i>Prueba de normalidad de la tercera hipótesis específica</i> .....	52
<b>Tabla 18</b> <i>Prueba de t-Student para la tercera hipótesis específico</i> .....	53
<b>Tabla 19</b> <i>Eficiencia de remoción de la demanda química de oxigenogeno</i> .....	54



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	<i>Variación típica horaria de los caudales de agua residual</i>	11
<b>Figura 2</b>	<i>Variación típica diaria y semanal de los caudales de agua residual</i>	12
<b>Figura 3</b>	<i>Diagrama típico de un filtro percolador</i>	14
<b>Figura 4</b>	<i>Esquema de biopelícula de un filtro percolador</i>	15
<b>Figura 5</b>	<i>Sistemas de Filtros percoladores</i>	17
<b>Figura 6</b>	<i>Ubicación del área de estudio</i>	24
<b>Figura 7</b>	<i>Lecho filtrante de rocas volcánicas en filtro percolador a escala piloto</i>	25
<b>Figura 8</b>	<i>Distribución de agua residual en el filtro percolador a escala piloto</i>	25
<b>Figura 9</b>	<i>Instalación final del filtro percolador a escala piloto</i>	26
<b>Figura 10</b>		27
<b>Figura 11</b>	<i>Rocas volcánicas</i>	27
<b>Figura 12</b>	<i>Área circundante del primer punto de muestreo, parcialidad de Antalla</i>	28
<b>Figura 13</b>	<i>Área circundante del segundo punto de muestreo, parcialidad de Qolquerani</i>	29
<b>Figura 14</b>	<i>Área circundante del tercer punto de muestreo, parcialidad de Suatia</i>	29
<b>Figura 15</b>	<i>Puntos de muestreo de agua residual para análisis de demanda bioquímica de oxígeno</i>	31
<b>Figura 16</b>	<i>Muestreo de agua residual en el afluente para análisis de demanda bioquímica de oxigenogeno</i>	32
<b>Figura 17</b>	<i>Rotulado y etiquetado para análisis de demanda bioquímica de oxigenogeno</i>	33
<b>Figura 18</b>	<i>Llenado de cadena de custodia para análisis de demanda bioquímica de oxigenogeno</i>	33
<b>Figura 19</b>	<i>Puntos de muestreo de agua residual para análisis de demanda química de oxígeno</i>	35
<b>Figura 20</b>	<i>Muestreo de agua residual en el efluente para análisis de demanda bioquímica de oxigenogeno</i>	36
<b>Figura 21</b>	<i>Rotulado y etiquetado para análisis de demanda química de oxigenogeno</i>	37
<b>Figura 22</b>	<i>Llenado de cadena de custodia para análisis de demanda química de oxigenogeno</i>	37
<b>Figura 23</b>	<i>Fórmula para determinar la eficiencia de remoción</i>	39
<b>Figura 24</b>	<i>Variación de porosidad de las rocas volcánicas</i>	40
<b>Figura 25</b>	<i>Variación de densidad seca de las rocas volcánicas</i>	41
<b>Figura 26</b>	<i>Variación de densidad húmeda de las rocas volcánicas</i>	42



<b>Figura 27</b> <i>Variación de contenido de humedad de las rocas volcánicas</i> .....	43
<b>Figura 28</b> <i>Variación de la demanda bioquímica de oxígeno</i> .....	47
<b>Figura 29</b> <i>Variación de la demanda química de oxígeno</i> .....	51
<b>Figura 30</b> <i>Eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno</i> .....	54
<b>Figura 31</b> <i>Eficiencia de remoción de la demanda química de oxígeno</i> .....	56



## RESUMEN

El objetivo general de esta investigación es evaluar la efectividad del filtro percolador utilizando un filtrante elaborado a partir de rocas volcánicas para eliminar las demandas químicas y biológicas del oxígeno en el distrito de Palca-Lampa. Esta investigación tiene como objetivo evaluar la efectividad del filtro percolador utilizando un filtrante elaborado a partir de rocas volcánicas con el fin de eliminar las demandas químicas y biológicas del oxígeno en el distrito de Palca-Lampa. La investigación fue de tipo aplicado, científico, diseño y tipos de diseño experimental. Se establecieron dos puntos de prueba (afluente (A) y efluente (E)), junto con ocho muestras de agua para el análisis de la demanda bioquímica de oxígeno y ocho muestras de agua para el análisis de la demanda química de oxígeno. Se establecieron puntos (afluente (A) y efluente (E)), junto con ocho muestras de agua para el análisis de la demanda bioquímica de oxígeno y ocho muestras de agua para el análisis de la demanda química de oxígeno. Para el análisis estadístico se utilizaron la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, t-Student y ANOVA. Para el análisis estadístico se utilizaron la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, el estudio t y ANOVA. Los resultados obtenidos de la demanda bioquímica de oxígeno fueron los siguientes: después de 7 días, fueron los siguientes: a los 7 días, la eficiencia de remoción del percolador fue del 56,75 %, a los 15 días, del 63,90 %, a los 21 días, del 75,68 % y a los 28 días, del 72,84 %. Por otro lado, los resultados de la demanda química de oxígeno fueron los siguientes: La eficiencia de remoción del percolador fue del 56,75 %, a los 15 días, del 63,90 %, a los 21 días, del 75,68 % y a los 28 días, del 72,84 %. Por otro lado, los resultados de la demanda química de oxígeno fueron los siguientes: tuvo una eficiencia de remoción de 61.18%, a los 15 días una eficiencia de remoción de 70.00%, a los 21 días una eficiencia de remoción de 75.15% y a los 28 días tuvo una eficiencia de remoción de 73.08%. Finalmente, se llegó a la conclusión que las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante son eficientes para remover la demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno en distrito de Palca-Lampa.

**Palabras claves:** Filtro percolador, Demanda bioquímica de oxígeno, Demanda química de oxígeno y Rocas volcánicas.



## ABSTRACT

The general objective of this research was to evaluate the efficiency of the trickling filter with volcanic rock filter media to remove biochemical oxygen demand and chemical oxygen demand in the district of Palca-Lampa. The research was of the applied type, scientific method and experimental design. Two sampling points (influent (A) and effluent (E)) were established, taking 8 water samples for biochemical oxygen demand analysis and 8 water samples for chemical oxygen demand analysis. The Shapiro Wilk normality test, t - Student and ANOVA were used for statistical analysis. The results obtained for biochemical oxygen demand showed the following: 7 days after the trickling filter was installed, it had a removal efficiency of 56.75%, 15 days later it had a removal efficiency of 63.90%, 21 days later it had a removal efficiency of 75.68% and 28 days later it had a removal efficiency of 72.84%, on the other hand, the results of the chemical oxygen demand indicated the following; 7 days after the trickling filter was installed, it had a removal efficiency of 61.18%, 15 days later it had a removal efficiency of 70.00%, 21 days later it had a removal efficiency of 75.15% and 28 days later it had a removal efficiency of 73.08%. Finally, it was concluded that volcanic rocks used as filter media are efficient in removing biochemical oxygen demand and chemical oxygen demand in the Palca-Lampa district.

**Key words:** Trickling filter, Biochemical oxygen demand, Chemical oxygen demand and Volcanic rocks.



## INTRODUCCIÓN

El incremento de la población es constante, la responsabilidad de suplir sus demandas, combinado con una mentalidad desmedida de incremento económico sin bases de razonable, crea una situación interrelacionada con el problema del agua. (Castro & Rajadel, 2021). En ciertas naciones en desarrollo, la falta de sistemas efectivos para el procedimientos de aguas residuales es evidente; esto puede deberse a limitaciones económicas o a una escasa comprensión sobre soluciones de bajo costo y factibles, con el fin de optimizar la calidad del agua. (Vargas, Calderón, Velásquez, Castro, & Núñez, 2020).

El manejo ambiental en las zonas de procedimientos de aguas residuales es de suma importancia, dado que busca incorporar nuevas estrategias y mejorar sus procedimientos mediante herramientas que promuevan su compatibilidad con el entorno, convirtiéndolo en un proceso más sustentable y proporcionando a la población una mejora en el estado de los recursos hídricos y en la salud comunitaria. Además de esto, el manejo del medio ambiente asume un rol fundamental en la disminución de los gastos operativos al adoptar métodos más eficientes con un presupuesto reducido, ya que la mayoría de estas acciones ecológicas se concentran en la reutilización de las aguas residuales para tener el máximo rendimiento (Cieza, Callao, Culqui, Malca & Puican, 2021)

En la actualidad, se observan Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en condiciones precarias y con deficiencias, lo que está ocasionando vertidos de aguas que no se ajustan a las regulaciones pertinentes. Estas descargas están ocasionando perjuicios a los cuerpos de H<sub>2</sub>O, alterando la localidad del ecosistema y perjudicando la salud pública. Este problema surge debido a la falta de conocimiento en cuanto al funcionamiento y conservación de dichas instalaciones, así como a la falta de implicación por parte de las autoridades políticas.

Es esencial que el procedimiento de aguas residuales se realice de manera segura en el medio ambiente para evitar alteraciones que puedan causar daños a largo plazo. Existen alternativas disponibles en cada etapa del proceso según la calidad de agua deseada. La indagación tiene como objeto demostrar la veracidad de reducción de la DBO y DQO con medio filtrante de rocas volcánicas, para ello se estableció un filtro percolador a escala piloto.



En este escenario, la presente investigación se divide en cinco capítulos:

**El capítulo I.** Entiende la exposición del problema, donde se establece y detalla: los problemas generales y específicos; que serán analizados; y las hipótesis general y específicas; todos los cuales reflejan la labor de estudio.

**El capítulo II.** Se expone el marco teórico, que contempla los antecedentes históricos a nivel internacional, nacional y local, conjuntamente con el marco conceptual, que comprende los términos de estudio y los fundamentos teóricos pertinentes para el análisis de este tema.

**El capítulo III.** El método describe, contemplando el tipo y diseño de la indagación, el enfoque y la adquisición de datos, el procedimiento, las tácticas y los recursos, y la población y de los estudios.

**El capítulo IV.** Se expone el resultado final, que engloba una valoración de la demanda biológica y química durante un intervalo de tiempo de un mes.



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Para 2022, alrededor del 57% de la población mundial tendría acceso a un servicio de atención sanitaria seguro y protegido, mientras que el resto de la población seguiría existiendo sin acceso a servicios de atención sanitaria esenciales un servicio de salud seguro y protegido mientras que el resto de la población seguiría existiendo sin acceso a servicios de salud esenciales. (Organización de la Salud [OMS], 2023). A nivel local, el 36% de los habitantes vive en zonas sin recursos hídricos debido a la descomposición de recursos de agua debido a la descomposición de la calidad del agua, el suministro inadecuado y la falta de infraestructura de saneamiento calidad, suministro inadecuado y faltan estructura de saneamiento. Alrededor del 60,0% de la población en América Latina y el Caribe tiene acceso a una red de alcantarillado, mientras que sólo entre el 30,0% y el 40,0% del agua captada en la región es tratada. El Caribe tiene acceso a una red de alcantarillado, mientras que sólo entre 30,0% y 40,0 % del agua captada en la región es tratada. (Rodríguez, Serrano, Delgado, Nolasco, & Saltiel, 2020).

Política y administrativamente el territorio peruano se fracciona en 24 regiones, las cuales a su vez se fragmentan en 196 demarcaciones provinciales y 1874 demarcaciones distritales. (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2020). Además, a nivel nacional, hay 50 Empresas Prestadoras (EPS) que suministran servicio de agua y saneamiento a 260 localidades. Entre ellas, el 63% posee una PTAR en funcionamiento, mientras que en 96 localidades no hay una PTAR, lo que resulta en el vertido directo de aguas residuales a ríos, mares, canales o drenajes, o en su uso para riego ilegal. (Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento [SUNASS], 2022).



En las ciudades que no están bajo la jurisdicción de las EPS, la mayoría de las tareas de salubridad pública son competencia de las municipalidades a nivel provincial o distrital. Se estima que hay alrededor de 400 proveedores de servicios de saneamiento, de los cuales el 67.5 % están administrados por los municipios mediante Área Técnica Municipal (ATM), 26 % por organizaciones comunales a través de Juntas de Administración de Servicios de Saneamiento (JASS), Un 2.5% gestionado por operadores especializados y un 4% constituidos bajo otro nombre. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento [MVCS], 2022).

A nivel de la región de Puno, a pesar de tener ATM en cada distrito, hay una gran cantidad de localidades de las que no se tiene información alguna respecto a los prestadores de servicios de saneamiento (Dirección de Vivienda y Saneamiento Puno [DVSP], 2021). Según el Decreto Legislativo N° 1280 (2016) las ATM tienen la responsabilidad de vigilar, controlar, fiscalizar y ofrecer orientación y formación técnica a los proveedores en la prestación en localidades pequeñas y en los núcleos poblacionales de áreas rurales, cuando sea necesario. El informe de la Autoridad Nacional del Agua [ANA], (2017) Apunta que las causas predominantes de contaminación acuática en la zona de la cuenca del Titicaca son los desechos líquidos municipales y residenciales, ya sea por descarga directa o indirecta, sin ningún tipo de procesamiento o tratadas de forma inapropiada. Siendo su magnitud de flujo calculada de 22757639m<sup>3</sup>/año, que se encuentran distribuidos en 119 localidades.

Las superiores de las PTAR existen están equipadas con tecnología inadecuada para operar adecuadamente y cumplir la normativa vigente, sumado a ello, la falta de personal debidamente formado, carencia de equipos e insumos económicos indispensables para un funcionamiento y conservación idóneos, falta de documentación que posibilite conocer las especificaciones de diseño y los requerimientos de operación y mantenimiento, como, programas de monitoreo de afluente y efluente, asistencia técnica interna o externa (SUNASS, 2022).

El vertimiento de H<sub>2</sub>O servidas sin procesar o con procedimiento inapropiado parcial en el entorno ocasiona la contaminación de recursos hídricos superficiales, el suelo y los acuíferos. (Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas [WWAP], 2017), Asimismo, produce impactos perjudiciales para la salubridad de las personas mediante el deterioro de la calidad del agua; secuelas nocivas en el medio ambiente debido al daño de las reservas de agua y los ecosistemas; y eventuales repercusiones perjudiciales en las actividades económicas (United Nations Environment Programme [UNEP], 2015)



Actualmente los componentes de la PTAR del distrito de Palca se encuentran deterioradas y colapsadas, Por consiguiente, las aguas cloacales producidas son descargadas al río Palca sin tratamiento previo, lo mismo ocurre en diferentes localidades, motivo por el cual, se espera que el filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas evaluados a escala piloto para remover DBO y DQO a más de 4000 m.s.n.m. sea una elección y resolución para el procedimiento de aguas depuradas en condiciones geográficas de nuestra región.

## 1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la efectividad de un filtro de percolador usando filtro que utiliza un filtrante elaborado a partir de rocas volcánicas para eliminar las demandas bioquímicas y químicas del oxígeno en el distrito de Palca - Lampa?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo son las peculiar físicas delas rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante en el distrito de Palca-Lampa?
- ¿Cuál es la eficacia de filtro percolador con un medio filtrador de rocas volcánicas para remover demanda bioquímica de oxígeno enel distrito de Palca-Lampa?
- ¿Cuál es la eficacia de un filtro percolador con unmedio filtrante de rocas volcánicas para remover demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa?

## 1.3. OBJETIVOS

### 1.3.1. Objetivo general

- Analice en qué medida un filtro percolador que utiliza un medio de roca volcánica puede eliminar las demandas de oxígeno tanto químicas como biológicas enel distrito de Palca-Lampa.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Comparar las características físicas de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante enel distritode Palca-Lampa.



- Evalúa la eficacia de filtro percolador utilizando medios filtrantes de rocas volcánicas para remover demanda bioquímica de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.
- Determinar la eficacia de filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas para remover demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.

## 1.4. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, las PTAR enfrentan restricciones, principalmente debido a la falta de definición en aspectos técnicos, ambientales, sociales y económicos. Además, fueron diseñadas con parámetros estimados, lo que resulta en una eficiencia menor a la esperada durante su funcionamiento. Por otro lado, los procesos de operación y mantenimiento no están adecuadamente establecidos, o en su defecto, no se cumplen, lo que contribuye a una gestión deficiente del tratamiento de aguas servidas. (ANA, 2016b).

Es fundamental que los sistemas de procedimiento de aguas depuradas sean auténticos y eficientes para asegurar su desempeño a lo largo de su vida útil. Esto implica buscar una operación simple y un mantenimiento mínimo, permitiendo la contratación de personal local y el uso de recursos regionales, lo que contribuye a mantener un equilibrio ambiental, social y económico.

Con la experimentación de mangas percoladores con medio de coladores de rocas volcánicas, se pretende reducir la condensación de DBO y DQO, de tal manera que podamos incorporar el agua tratada al medio ambiente, cumpliendo las normativas vigentes de acuerdo con la legislación ambiental de Perú, también se espera que esta información resulte beneficiosa para el diseño y establecimiento de la PTAR en el distrito de Palca y diversas localidades a nivel departamental y nacional con las características similares al lugar de la investigación.

## 1.5. HIPÓTESIS

### 1.5.1. Hipótesis general

- Hi: la manga percolador con medio colador de rocas volcánicas es eficiente para remover demanda química y biológica de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.



- Ho: la manga percolador con medio colador de rocas volcánicas no es eficiente para remover el requerimiento bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.

## 1.5.2. Hipótesis específicas

- Hi: Las características físicas de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante en el distrito de Palca-Lampa son similares.
- Ho: Las peculiares físicas de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante en el distrito de Palca-Lampa no son similares.
- Hi: El filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas es eficiente para remover demanda bioquímica de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.
- Ho: El filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas no es eficiente para remover demanda bioquímica de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.
- Hi: El filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas es eficiente para remover demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.
- Ho: El filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas no es eficiente para remover demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.

## 1.6. VARIABLES

### 1.6.1. Variables independientes

Manga percolador con medio colador de rocas volcánicas

### 1.6.2. Variables dependientes

Remover de solicitud bioquímica de oxígeno y solicitud química de oxígeno



**1.7. OPERACIONALIZACIÓN DE LOS VARIABLES**

**Tabla 1**

*Operacion alización de los variables*

<b>Variabes</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Índice</b>
Filtro percolador	Caudal aplicado	Caudal de agua residual	L/s
		Área transversal	m <sup>2</sup>
	Características físicas	Profundidad	m
		Volumen	m <sup>3</sup>
		Porosidad	%
	Material filtrante (rocas volcánicas)	Densidad seca	g/cm <sup>2</sup>
		Densidad húmeda	g/cm <sup>3</sup>
		Contenido de humedad	%
	Remoción de demandabioquímica deoxígeno y demanda química deoxígeno	Concentración d demanda bioquímica de oxígeno	Análisis de laboratorio
Concentración de demanda química de oxigenogeno		mg/L	



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1. NIVEL INTERNACIONAL

Huamani (2018) en su tesis el objeto fue calcular los coeficientes cinéticos del filtro percolador secuencial utilizando piedra volcánica como medio filtrante, en la PTAR de USAC, para su aplicación en un modelo de diseño del filtro percolador secuencial. La metodología utilizada fue establecer 6 puntos de muestreo para calcular la capacidad de deducción de la DBO y la DQO. de cada punto recolectó 10 muestras compuestas en afluente y efluente de los sistemas de PTAR. Sus resultados muestran que el primer filtro percolador mostró una eliminación media total del 65.26% de la DBO y una remoción promedio total de 64.32% de la DQO, una temperatura promedio de 24.83°C en el afluente y 24.34°C en efluente, Ph promedio en el afluente de 7.91 y en efluente de 7.66, un caudal promedio de 4.66L/s, asimismo señalar que, de los 10 muestras recolectadas solo 4 muestras fueron tomadas cada 7 días, y finalmente el medio filtrante es roca volcánica de tamaños que varían entre 6cm a 9cm.

Sanhueza, et. al. (2011) en su analisis el objetivo fue concluir la eficiencia de suelos volcánicos como depuradores de aguas residuales. Un metodo utiliza fue trabajo de campo y laboratorio, para ello analizaron las propiedades físicas, mecánicas y compactación de suelos volcánicos, confeccionaron cuatro probetas del mismo suelo volcánico con espesores de capa de 30cm y 15cm, ambos lados de la probeta rellenaron con gravilla de espesor de capa de 10cm, posteriormente agregaron agua residual domestica de 200ml y 220ml distribuidas en dos veces al día, para el diseño del filtro a escala utilizaron tubos de PVC de 110 mm de diámetro con una altura de 50cm, asociados a una válvula de control que permitió el control de agua, realizaron 3 mediciones cada 20 días, los parámetros (DBO, Coliformes totales y sólidos totales) de agua residual fueron evaluados en laboratorio antes y después del proceso de depuración. Los hallazgos obtenidos evidencian una efectividad de remoción de DBO promedio de 95%, por otro lado, a partir de ensayos que realizaron a las muestras de suelo volcánico, encontraron que la espesura seca es de 0.89g/cm<sup>3</sup>, densidad húmeda de 1.52g/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad de 77%, finalmente concluyen que se obtiene mejor depuración de agua residual domestica cuando estos son aplicados en menor cantidad.



González, et. al. (2010) El estudio se efectuó en México. El propósito de esta investigación fue validar que las rocas volcánicas porosas pueden ser efectivamente empleadas como material de filtración en la evolución aerobio de tratamiento de aguas servidas municipales. La metodología fue establecer un filtro piloto de flujo ascendente de PVC con diámetro de 19cm y una altura de 3m de medio filtrante de roca volcánica, tomaron muestras compuestas de 24 horas del afluente y efluente, Los estudios efectuados de las pruebas de agua incluyeron la medida de la DQO, los sólidos suspendidos totales, el nitrógeno amoniacal, el nitrógeno denitratos, el nitrógeno, el pH y la temperatura. El funcionamiento del sistema se fundamentó en la adaptación de la carga orgánica con valores aproximados de 0.8, 1.2 y 2.6 kgDQO./m<sup>3</sup>\*d. Sus resultados indican una remoción de DBO al 81% cuando la carga orgánica tiene un valor de 0.8kgDQO/m<sup>3</sup>\*d, una remoción de DBO al 67% cuando la carga orgánica tiene un valor de 1.2kgDQO/m<sup>3</sup>\*d y una remoción de DBO al 60% cuando la carga orgánica tiene un valor de 2.6kgDQO/m<sup>3</sup>\*d. Finalmente concluyen que las mejores remociones se presentan cuando las cargas orgánicas son bajas.

Vásconez (2017) Su investigación lo ejecuto en el Centro de Faenamiento Ocaña Cía, Cantón Quero, provincia de Tungurahua, Ecuador. Su objetivo consistió en examinar la piedra pómez como medio filtrante en el proceso de tratamiento de aguas cloacales procedentes del medio de faenamiento Ocaña en el cantón Quero. El metodo consiste en el diseño de una manga de recipiente plástico de dimensiones 570x420x340mm, el material filtrante fue piedra pómez con tamaños de 9.5-12.7mm, Operó durante un lapso de 03 meses, en ese periodo extrajo 09 muestras de efluentes líquidos filtrados y una muestra de agua sin tratar. Se llevaron a cabo análisis de los parámetros de DQO, DBO y sólidos totales. Los datos adquiridos de la DQO en la 3ra semana muestra una remoción de 17.6%, 4ta semana una remoción 47.87%, 5ta semana una remoción de 48.11%, 7ma semana una remoción de 53.37%, a partir de la 8va semana empieza a variar, mientras los resultados de la DBO en la 3ra semana muestra una remoción de 29.01%, 4ta semana una remoción 60.68%, 5ta semana una remoción de 65.87%, a partir de 7ma semana las concentraciones empezaron a variar.

## 2.1.2. NIVEL NACIONAL

Jaramillo & Paredes (2019) en la investigación tuvo como objetivo imparcial y calcular la capacidad de un dispositivo compuesto por dos mangas percoladores de acuerdo al procesamiento de aguas servidas domiciliarias en la urbanización Santa Lucía - Morales. La metodología consistió en



instalar dos filtros en secuencia a escala piloto con medio filtrante de piedra pómez, con un diámetro de 0.28 m, un área de 0.051 metros cuadrados y un volumen de 0.066 m<sup>3</sup> cada uno. Se llevaron a cabo mediciones al inicio del experimento y a los 15, 30 y 40 días de duración del mismo, donde se estudiaron los parámetros de DBO, DQO, temperatura, pH y SST. En relación con los resultados de la DBO, se adquirió una eficiencia de remoción del 77.35% a los 15 días, del 98.12% a los 30 y 40 días. En cuanto a la DQO, se consiguió una eficacia de remoción del 91.85% a los 15 días, del 93.41% a los 30 días y del 96.36% a los 40 días.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Contaminación del agua

La contaminación del agua es cambio físico, química o biológica de su composición, alterando la calidad de esta, generado por las diversas actividades humanas, desde los primeros intentos de la industrialización (Rondon, 2010). En la actualidad, como señala Nunez (2022) una de las causas de los contaminantes del agua es la descarga de aguas cloacales de plantas imperfectas, también indica que esta contaminación tiene efectos en la salud humana, la fauna y en los ecosistemas.

### 2.2.2. Aguas residuales

Las aguas residuales se refieren a un tipo de líquido que carece de utilidad inmediata, cuya calidad ha sido degradada por la acción humana (Zarza, 2017). Se las denomina "residuales" debido a que, tras su empleo, el agua se convierte en un desecho que no puede ser directamente aprovechado (Méndez & Feliciano, 2010). Dadas sus condiciones, precisan un tratamiento antes para poder ser utilizadas o descargadas en un cuerpo de agua natural. (Autoridad Administrativa de Agua XIV Titicaca [AAA XIV TITICACA], 2016).

El (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], (2014) Establece que, dependiendo de su origen, las aguas servidas se fraccionan en: aguas depuradas industriales (generadas por actividades con procesos de producción, como minería, agricultura, energía, etc.), aguas servidas domésticas (procedentes de viviendas, comercios e instituciones, que contienen desechos fisiológicos) y aguas residuales municipales (resultantes de la mezcla de líquidos residuales hogareños con aguas provenientes del desagüe de lluvias o industrial, previamente tratadas).



### 2.2.2.1. Características de aguas residuales

Según Metcalf & Eddy Inc (1995), las aguas residuales ostentan cualidades físicas, químicas y biológicas. Entre las cualidades físicas más significativas se encuentra el contenido total de sólidos, detener, sólidos sedimentales, sólidos coloidales, sólidos disueltos, olor, temperatura, densidad, color y la turbiedad; las propiedades de constitución química más importantes incluyen la materia orgánica y la materia inorgánica, así como los gases; y los atributos biológicos están conformado por el grupo de microorganismos, organismos patógenos y organismos indicadores de contaminación). Mendez & Feliciano (2010) afirman que las aguas residuales, al tener diferentes naturalezas, presenta diferentes elementos nocivos que impactan en la salud humana, por lo tanto, es favorable realizar un análisis en cada efluente sobre el origen y composición, a fin de plantear soluciones para el diseño de las PTAR.

### 2.2.3. Aguas residuales domésticas

Se denominan como aguas que proceden de residencias, comercios y locales comerciales. e institucionales, también se denominan aguas negras; aquellas que transportan restos fisiológicos y aguas negras; aquellos provenientes de tinajas, duchas, lava manos y lavadoras (Romero, 2000). Las actividades principales realizadas por las personas que producen aguas residuales amaestrar incluyen el aseo personal, lavado de ropa, limpieza de utensilios domésticos y eliminación de excretas mediante arrastre hidráulico. Estas aguas exhiben concentraciones elevadas de materia orgánica, grasas y aceites, nutrientes, sólidos suspendidos, sólidos disueltos, bacterias y otros microorganismos. (OEFA, 2014), en caso de que las aguas depuradas domésticas sean tratadas de forma adecuada y se utilicen un medio segura, se convierten en una preciada reserva hídrica y de elementos nutricionales para aprovechamientos agrarios. (WWAP, 2017).

#### 2.2.3.1. Demanda Bioquímica de Oxígeno

Ramallo (2003) Indica que hay un requerimiento bioquímica de oxígeno en las aguas servidas se deriva de 3 categorías de materiales: materia orgánica carbonosa, que tiene la capacidad de ser aprovechada como reserva nutricional por seres vivos oxígeno-dependientes.; materiales oxigenables de nitrógeno, derivados de la presencia de nitrito, amonio y otros algunas bacterias, como Nitrosomonas y Nitrobacter, se alimentan de moléculas orgánicas nitrogenadas; las sustancias químicas reductoras, como losiones ferrosos, los sulfitos y los sulfuros, se oxigenan con el oxígeno disuelto. (p. 34).

La cantidad estimada cantidad de oxígeno necesaria para descomponer el material orgánico presente, el tamaño de los sistemas de tratamiento de agua y de agua residual y la cantidad de oxígeno necesaria para descomponer el material orgánico presente se determinan utilizando los resultados de las pruebas de DBO depurado y necesario para descomponer el material orgánico presente, el tamaño de los sistemas de tratamiento de agua y de aguas residuales , y la cantidad de oxígeno necesario para descomponer el material orgánico presente se determina utilizando los resultados de las pruebas de DBO depurado . Evaluar la eficacia de diversos procedimientos de tratamiento y mantener procedimientos de un ojo y vigilar el resultado para cumplir con las restricciones establecidas sobre el resultado para adherirse a las restricciones establecidas. (Metcalf & Eddy Inc, 1995).

### 2.2.3.2. Demanda Química de Oxígeno

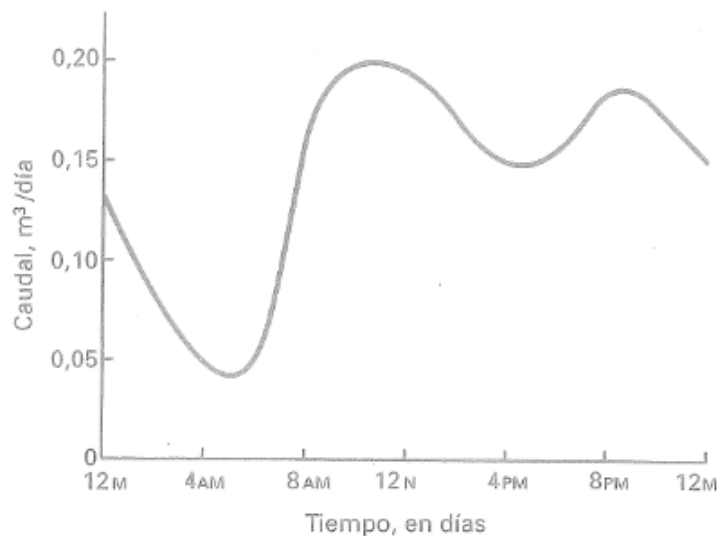
Consiste en otras formas de evaluar la materia orgánica de manera directa y eficiente, mediante la busca de oxígeno de los composición orgánicos, lo cual ofrece resultados rápidos y fiables (Orozco, 2014). De acuerdo con Metcalf & Eddy Inc (1995), para facilitar la oxigenodación de ciertos tipos de sustancias orgánicas, se requiere llevar a cabo la prueba a altas temperaturas, y además se recomienda el uso de un cateador como el sulfato de platapara evitar la interferencia de algunoscompuestos orgánicos.

### 2.2.4. Caudal de agua residual

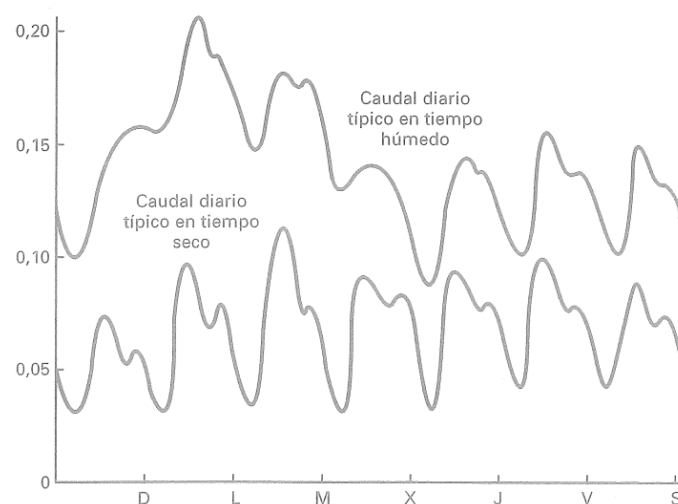
Retribuir a para medir o porción de h2o residual que fluye por medio de un canal descubierto, colector o tubería en un lapso de tiempo específico (SEDAPAL, 2016). El caudal de agua servida es un componente esencial en la configuración del diseño de los procesos del mecanismo de depuración de aguas servidas (Orozco, 2014). Según Metcalf & Eddy Inc (1995), los caudalesde agua residual registrado en las plantas de tratamiento siguen aproximadamente una ley de variación, tal como se ilustra en la figura 1 y 2, también los autores indican que existen variaciones estacionales que depende de la concentración de personas en determinadas épocas del año, principalmente de actividades económicas, turísticas e institucionales.

### Figura 1

*Variación típica horaria de los caudaloso de agua residual*

**Figura 2**

*Variación típicadiaria y semanal de los caudales de agua residual*



*Nota.* En el gráfico se muestra la variante del caudal a lo largo de la semana, tanto en el periodo húmedo y periodo seco. Tomado de Metcalf & Eddy Inc, 1995, p. 39.

### 2.2.5. Tratamiento de aguas residuales

La depuración de las aguas excedentes involucra la utilización de una combinación de técnicas físicas, químicas y biológicas con el fin de erradicar los distintos componentes existentes en dichas aguas (WWAP, 2017, p. 45). El objeto primordial del procedimiento de aguas es preservar la salud y mejorar la comodidad de la población; ante el aumento demográfico, se hace necesario implementar nuevos sistemas de tratamiento o mejorar los existentes para minimizar los peligros para la salud y los efectos ambientales (Romero, 2000).

Las fases del transcurso de procedimientos de aguas residuales domésticas se organizan en: pretratamiento (destinado a eliminar los materiales gruesos y arenosos que podrían alterar el ciclo integral de tratamiento de las aguas de desecho, generalmente comprende operaciones de pulido, despistaje, desarenado, sin aceite y desengrasado); tratamiento primero o físico (orientado principalmente a la eliminación de sólidos suspendidos, equilibrar el pH ácido o alcalino excesiva, eliminación de compuestos inorgánicos a través de la floculación química y ocasionalmente, coagulación)

Entre los principales procedimientos y actividades se incluyen; acentado, solidificar y floculación, tanques Imhoff y digestión primaria de lodos); tratamiento secundario o biológico (con el propósito de reducir la materia orgánica existentes en las aguas servidas mediante procesos aerobios y anaerobios a través de diferentes sistemas); y tratamiento terciario (destinado a eliminar la carga orgánica restante, organismos dañinos, tinte y aroma no deseado, y la eliminación de detergentes, fosfatos y residuos de nitratos). (Fondo Nacional de Ambiente [FONAM], 2010).

### 2.2.6. Filtros percoladores

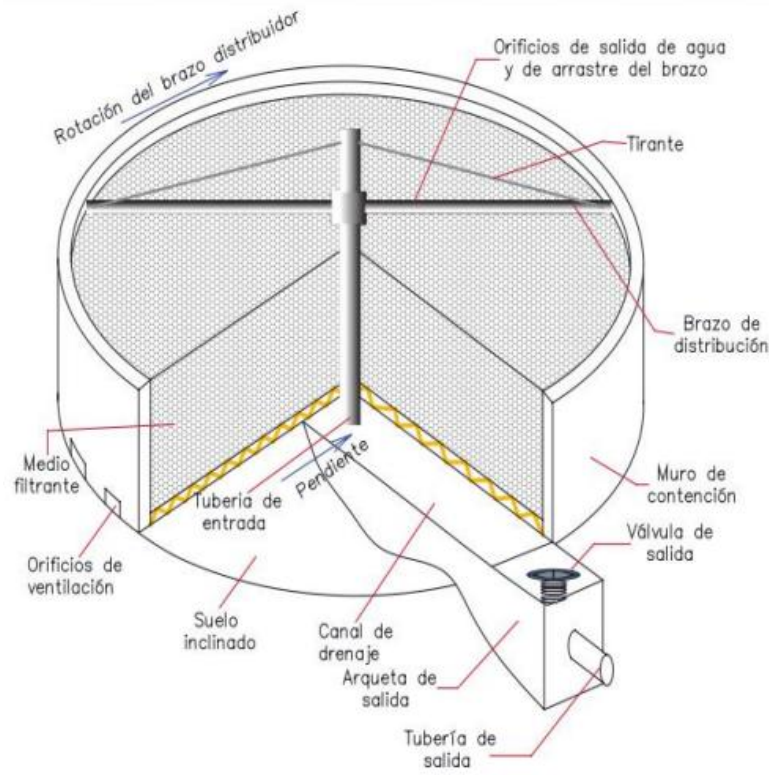
Los filtros de percolación son sistemas de tratamiento secundario, constituyen reactores de crecimiento biológico asistido (Ramalho, 2003). Las aguas residuales son dirigidas mediante un medio poroso donde una comunidad de bacterias y otros microorganismos crecen gradualmente, adhiriéndose al medio y formando una biopelícula que facilita la desintegración del material orgánica. Un lecho de material poroso, como piedra triturada, roca volcánica o plástico con estructuras singulares, podría constituir el medio filtrante. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2009).

Los filtros percoladores están compuestos por un lecho con una profundidad que varía entre 1 y 12 metros, relleno con materiales como roca, clinkers o materiales que no aguantan. Dos características esenciales de los filtros percoladores son su superficie específica (mayor superficie específica significa más limo biológico por unidad de volumen) y el porcentaje de porosidad (con un mayor % de porosidad, se pueden manejar cargas hidráulicas más altas sin riesgo de crecida). Los filtros percoladores con medios filtrantes de roca no pueden sobrepasar profundidades de 1-2.5m, diámetros de 4-5cm, área superficial específica de 80-110m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> de

volumen global, porcentaje de huecos de 45-55% y cargamento hidráulica al mas alto de  $3.4 \times 10^{-4} \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{m}^2$  (Ramalho, 2003).

### Figura 3

*Diagrama típico de un filtro percolador*



*Nota.* La figura muestra en tres dimensiones las características y componentes del filtro percolador. Tomado de Metcalf & Eddy Inc, 1995, p. 689.

#### 2.2.6.1. Características del medio filtrante

El intermedio de depurar ideal es una materia que tenga una gran área superficial por unidad de masa, que sea económica, y que no se intercepta fácilmente. Las características físicas de los medios filtrantes más empleados son: piedra, plástico de flujo vertical, flujo cruzado madera y plástico horizontal, madera desordenada, sobre el cual se aplica el agua residual (Metcalf & Eddy Inc, 1995), puede resultar más rentable emplear materiales rocosos, los cuales deben tener un tamaño uniforme de tal manera se asegure la presencia suficiente de poros para permitir la percolación del agua residual y el movimiento del aire (Menéndez, Pérez & García, 2005).

En la superficie del material poroso se desarrolla un crecimiento bacteriano denso y viscoso, donde los microorganismos se encuentran adheridos, y estos degradan la materia

orgánica (Ramalho, 2003) es decir, los microorganismos se alimentan de aguas residuales con materia orgánica entrante, obteniéndose una salida de agua residual con materia orgánica reducida (Torres, 2014).

La presencia de un flujo de aire es crucial para que un filtro percolador funcione correctamente. En el caso de la ventilación natural, el agente que crea el flujo de aire es la diferencia de temperatura flujo entre la diferencia de temperatura entre el aire contenido y el aire aspirado por los poros del filtro. Si la sobrante temperatura del agua es inferior a la del aire circulante, el aire en los poros estará frío y se moverá hacia abajo. es más bajo que el del aire circulante, el aire en los poros estará frío y se moverá hacia abajo. Si el aire ambiente es más frío que el agua sobrante, el flujo de aire será ascendente más frío que el agua sobrante el flujo de aire será ascendente.

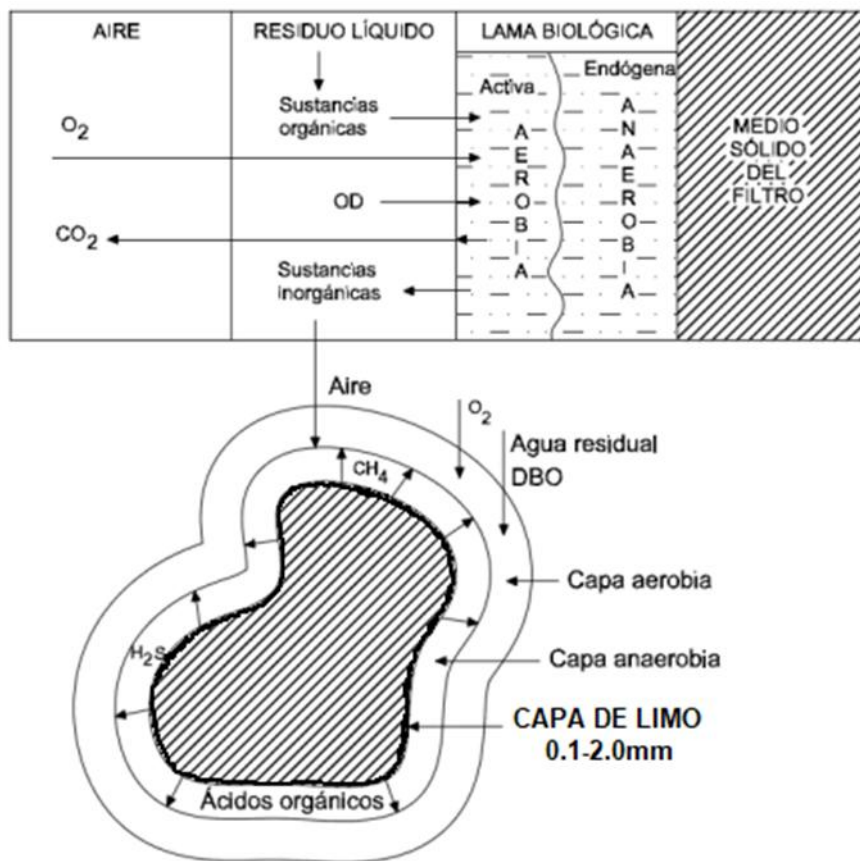
. (Metcalf & Eddy Inc, 1995).

#### 2.2.6.2. Capa de limo biológico

La capa de limo se forma junto al material filtrante y su espesor varía entre 0.1-2.0mm, superiores a ello perjudica en la operación del filtro. La regulación del espesor del filtro no está determinada por la carga hidráulica, sino más bien por larvas y gusanos que habitan en el sedimento acumulado. A medida que esta capa de sedimento aumenta en grosor, el cuerpo orgánica existentes en el agua depurada se descompone antes de alcanzar a los microorganismos adherentes al medio de filtración. Estos microorganismos, al no tener suficiente alimento, pasan a un estado de respiración endógena. En esta fase, la capa de sedimento pierde su competencia de fijar a la superficie del medio filtrante y se despega. (Ramalho, 2003).

#### Figura 4

*Esquema de biopelícula de un filtro percolador*



*Nota.* La Figura muestra el esquema de las capas aerobias y anaerobias adheridos a un medio filtrante. Tomados de Romero, 2000, p. 559 y Ramalho, 2003, p. 473.

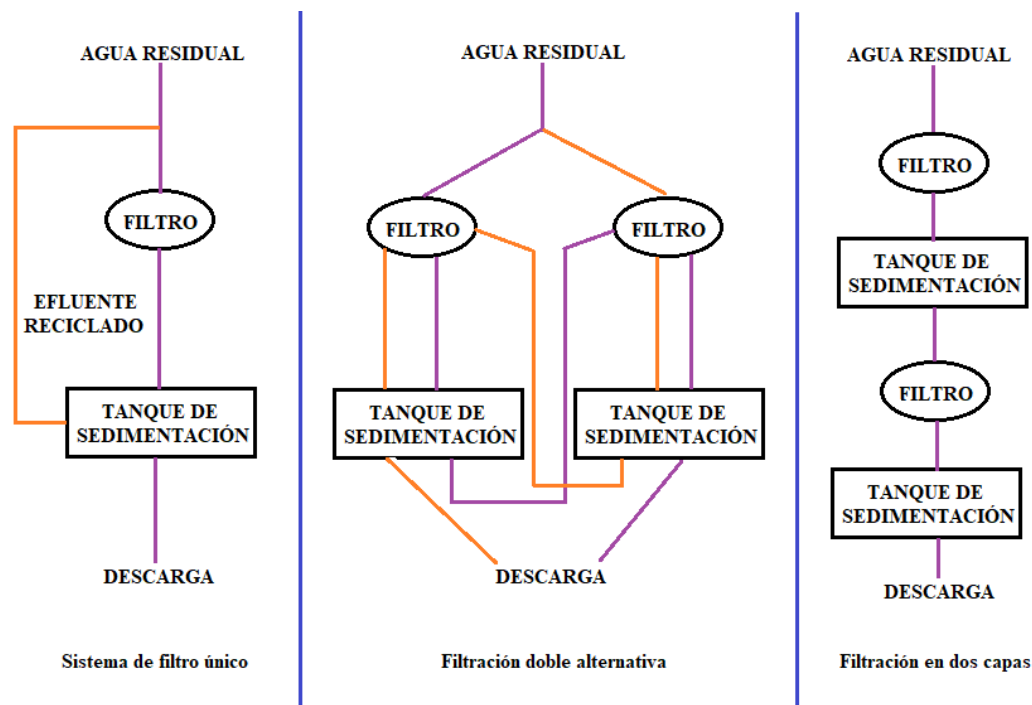
El grosor de la capa aerobia está influenciado por el caudal de agua residual aplicado y su carga de DBO; esto implica que a medida que se acrecienta la DBO en el flujo de entrada, la capa aerobia se vuelve más delgada debido a un mayor consumo de oxígeno. Sin embargo, los caudales más altos ayudan a mantener una capa aerobia más gruesa gracias al suministro de oxígeno disuelto proveniente del flujo de entrada pulverizado. (Ramalho, 2003).

### 2.2.6.3. Sistemas de filtración por percolación

Entre los sistemas más usuales se incluyen el filtro único, que si funciona con o sin reciclado del afluente; se aconseja el reciclado cuando el efluente excede los 500 mg/l de DBO<sub>5</sub>. Otro sistema es la filtración doble alternativa, donde el primer filtro se encarga principalmente de eliminar la DBO, mientras que la segunda mejora la calidad del efluente; este ciclo se invierte periódicamente. Además, se encuentra la filtración en dos etapas, donde el primer filtro elimina alrededor del 60-70% de la DBO y el segundo actúa como un sistema para mejorar el efluente. (Ramalho, 2003).

**Figura 5**

*Sistemas de Filtros percoladores*



*Nota.* El grafico muestra las diferentes maneras de cómo funcionan los procedimientos de filtro percolador para el tratamiento de aguas servidas. Tomado de Ramalho, 2003, p. 476.

### 2.2.7. Rocas volcánicas

Las rocas volcánicas se forman a partir del rápido o súbito enfriamiento de lava o material volcánico que emerge en la superficie terrestre. Estos diversos fragmentos, ya sean sueltos o compactados, son conocidos como piroclastos. Una corriente piroclástica o de ceniza, así como una avalancha ardiente, se describe como una mezcla caliente y móvil de gas y tefra (partículas expulsadas), que se desplaza desde el centro de la erupción, manteniendo su aspecto de corriente. Los depósitos resultantes de este fenómeno son conocidos como ignimbritas, que se caracterizan por tener partículas de ceniza, lapilli y bloques fusionados entre sí. (Griem, 2020).

Zabala, Astete, & Churata (2022) en su informe, indican que la formación Palca se compone mayormente de rocas volcánicas, y también señalan que, en las inmediaciones del distrito de Palca se encuentra la presencia de rocas ignimbritas.



## 2.3. MARCO CONCEPTUAL

### 2.3.1. Definiciones

- **Aeración:** Aporte de oxígeno desde el aire hacia el agua mediante métodos naturales o artificiales. (Reglamento Nacional de Edificaciones [RNE], 2006, p. 88).
- **Afluente:** Agua u otro líquido que se interna a una instalación de procedimiento, o comienza una fase, o la totalidad del proceso de tratamiento. (RNE, 2006, p. 37).
- **Agua:** Es un medio natural agotable, vital para la existencia, susceptible y crucial para el amplificar sostenible. (ANA, 2019, p. 12).
- **Aguas residuales:** Aquellas propiedades iniciales han sido intercambiadas por la intervención del ser humano (MVCS, 2013, p. 14).
- **Ambiente:** Interrelación de flujo por materia y energía entre los factores abióticos y bióticos dada la trilogía: hombre, sociedad y la naturaleza (Argota, 2017, p. 1).
- **Análisis:** La evaluación de una sustancia para reconocer sus elementos. (RNE, 2006, p. 88).
- **Biopelícula:** Película microbiana adherida a un soporte sólido encargada de descomponer la materia orgánica. (RNE, 2006, p. 88).
- **Cadena de custodia:** Seguimiento y registro de las naturalezas de obtención de la muestra, conservación, codificar y traslado. Primordial para garantizar la protección de la muestra desde el momento de la recogida hasta la presentación de los resultados. Es el proceso de confirmar que el procedimiento de la muestra es trazable. (MVCS, 2013, p. 14).
- **Caudal:** Volumen de efluentes cloacales que se desplaza a través de una sección concreta en una unidad de tiempo. (MVCS, 2013, p. 14).



- **Contaminación ambiental:** Presencia de un agente no deseado en el medio, ya sea por introducción o adición y donde es prácticamente imposible su tolerancia. (Argota, 2017, p. 6).
- **Demanda bioquímica de oxígeno:** Medición de la proporción de oxígenos necesaria para la degradación de la sustancia orgánica bajo condiciones aeróbicas por microorganismos. (Romero, 2000, p. 38).
- **Demanda química de oxígeno:** Medir el oxígeno demandado para estabilizar la fracción orgánica de una muestra que puede ser oxigenada por dicromato o permanganato en un entorno ácido. (Ramalho, 2003, p. 29).
- **Efluente:** Agua u otro líquido que egresa de un sistema o de una fase o el conjunto del proceso de un procedimiento. (RNE, 2006, p. 37).
- **Medio filtrante:** Elemento granular que permite la purificación o tratamiento del agua residual al pasar a través de él. (RNE, 2006, p. 90).
- **Muestra de agua:** Porción representativa de la material en estudio (como agua servida cruda y tratada) que se examina para evaluar los parámetros específicos. (MVCS, 2013, p. 15).
- **Muestra simple o puntual:** Muestra específica recogida en un momento y sitio específico para su evaluación individual, que muestra la composición del agua servida en ese sitio, momento y situación. (MVCS, 2013, p. 15).
- **Planta piloto:** Instalación experimental de dimensiones reducidas empleada para establecer los coeficientes de velocidad y los parámetros de diseño del proceso. (RNE, 2006, p. 90).
- **Protocolo:** Guía operativa que incluye instrucciones claras y pautas detalladas para la ejecución de una tarea particular. (MVCS, 2013, p. 15).

## CAPITULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Indagación practica, se denomina así cuando se manipula las variables que ejercen incidencia en el fenómeno (Huapaya, 2014, p. 46), es decir, el estudiador puede manejar una omás variables del fenómeno analizado, al mismo tiempo que se controlan y registran sus modificaciones, este procedimiento permite identificar y verificar los impactos de una situación específica. (Pimiento & De la Orden, 2017). En esta indagación se tomó varias muestras de agua residual filtrado a través de un colador percolador a escala piloto para analizar los parámetros DBO y DQO, y de esta manera se determinó, si contribuye a mitigar la contaminación ambiental, por tal motivo la investigación es experimental.

#### 3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La indagación perseverante busca principalmente la adquisición yla consolidación del conocimiento para su aplicación en una realidad específica. (Pimiento & De la Orden, 2017, p. 9). Este proyecto de investigación se desarrolló utilizando los conocimientos que adquirimos durante nuestro proceso de aprendizaje, con el objetivo de obtener resultados basados en la realidad y plantear soluciones reales y viables que sean aplicables en diferentes proyectos de saneamiento, por ello es una investigación aplicada.

#### 3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La palabra método alude al camino que se recorre para, alcanzar un objetivo o resolver un problema, es decir, un proceso estructurado y sistemático de actividades, técnicas y acciones diseñadas para alcanzar una meta. (Pimiento & De la Orden, 2017). En su libro Arias (2012) describe la investigación científica como agrupación de etapas, técnicas y métodos que se utilizan para plantear y resolver problemas de indagación a través de la comprobación o verificación de hipótesis. (p. 19). En este proyecto de investigación se realizó una secuencia de procedimientos ordenados para describir fenómenos que ocurren en el circulo de estudio, además se llevó acabo un análisis siguiendo objetivos establecidos y finalmente se corroboraron los resultados, por lo tanto, esta investigación es de naturaleza científica.



## 3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.4.1. Población

La comunidad se reconoce como un grupo integral y mundial del cual se puede hacer referencia a cualquier grupo de elementos para extraer sus características generales y específicas. En este marco, es posible definir el estudio del fenómeno en el que se incluyen individuos y objetos en relación con sus propiedades y factores. (Pág. 88, Cabezas, Andrade y Torres, 2018). La cantidad de agua residual producida por la población del distrito de Palca era abundante. La cantidad de agua residual producida por la población del distrito de Palca fue abundante. no medido en el presente estudio; esta información se obtuvo de la investigación de Flores (2018), que utilizó el método volumétrico aforo para determinar el caudal, realizando cinco pruebas y obteniendo un caudal medio de 1,13 L/s.

### 3.4.2. Muestra

Las muestras es un subgrupo característico y limitado que se saca y que refleja de manera fiel las características de una población (Arias, 2012, p. 83).

En la investigación la muestra fue el caudal utilizado para el procedimiento de filtro percolador a escala piloto que es igual a 0.030/s.

## 3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

### 3.5.1. Técnicas

Las técnicas de indagación son diferentes enfoques, a través de los cuales es posible recolectar y estructurar la información. (Pimiento & De la Orden, 2017).

Para la presente investigación se utilizó:

- Investigaciones de artículos científicos, libros, informes, tesis y otros medios, que tengan vínculo directo o indirecto con la finalidad de indagación, con la intención de facilitar la comprensión del problema desde distintas perspectivas.
- Observación directa que se basa en la utilización de nuestros sentidos y percepción, el cual nos facultó para determinar el punto y horario de muestreo.
- Análisis de los parámetros de DBO y DQO.



- Implementación de filtro percolador a escala piloto y estimación de caudal de operación.
- Pruebas estadísticas

### 3.5.2. Instrumentos

Un instrumento de recopilación de datos es cualquier herramienta, recurso o aparato (tanto físico como digital) utilizado para alcanzar, registrar o almacenar el reportaje. (Arias, 2012, p. 68)

Para esta indagación se utilizó los siguientes instrumentos:

- El análisis de los documentos y contenidos de investigaciones se realizó en una computadora y sus unidades de almacenaje.
- Seguimiento diario para el adecuado funcionamiento del filtro percolador y registro de fotografías.
- Reglamento Nacional de Edificaciones (Norma OS.090).
- Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las PTAR Domésticas o Municipales Recursos Hídricos Superficiales (Resolución Ministerial N° 273-2013-Vivienda).
- Rotulado y etiquetado de las muestras de H<sub>2</sub>O residual.
- Registros de la cadena de custodia cadena de registro.
- Microsoft Excel y Word.

## 3.6. MATERIALES Y EQUIPOS

### 3.6.1. Materiales

En la indagación se usaron los siguientes materiales:

- Cilindro
- Acero de 5/8"
- Acero de 6mm
- Lavador
- Tarraja de 1/2"
- Tubo PVC 1/2"
- Codo de 90° de PVC de 1/2"
- Codo de 45° de PVC de 1/2"
- Te de PVC de 1/2"



- Llave de paso de 1/2"
- Cinta métrica
- Cooler
- Frascos de vidrio
- Frasco de plástico
- Papel secante

### 3.6.2. Equipos

En la investigación se utilizarán los siguientes equipos.

- GPS
- Laptop
- Termómetro

### 3.7. LUGAR DE ESTUDIO

La indagación se desarrolló en las inmediaciones del PTAR del distrito de Palca (un buzón antes de que tenía que llegar a la planta de tratamiento), ya que en las fechas de ejecución del proyecto de investigación el PTAR no se encontró en funcionamiento debido a problemas de mantenimiento y operación.

**Tabla 2**

*Ubicación política del distrito de palca*

Ubicación	
Distrito:	Palca
Provincia:	Lampa
Departamento:	Puno

**Figura 6***Ubicación del área de estudio*

*Nota.* En la figura se muestra el área donde está construido el PTAR del distrito de Palca. Fuente: Google Earth

### 3.8. DISEÑO DEL FILTRO PERCOLADOR

Según RNE (2006) en la norma OS.090 indica que los diseños definitivos deben comprender evaluaciones de la tratabilidad de las aguas servidas, por medio la utilización de plantas a nivel de laboratorio o piloto, cuando sea apropiado. También, menciona que se puede plantear cualquier forma de contacto que estimule la formación de la gran cantidad de biopelícula y que consienta el paso sin restricciones del agua y del aire, sin generar obstáculos.

El filtro percolador a escala piloto se diseñó siguiendo las consideraciones de RNE, el mismo que posibilita simular los procesos de eliminación de contaminantes de manera similar a como ocurre en la realidad. El filtro percolador se construyó utilizando un recipiente circular con un volumen de 0.16m<sup>3</sup>, como medio filtrante se utilizó rocas volcánicas, fue alimentado y distribuido por una tubería y repuestos de PVC de 1/2", el caudal de operación fue controlado por una llave de paso.

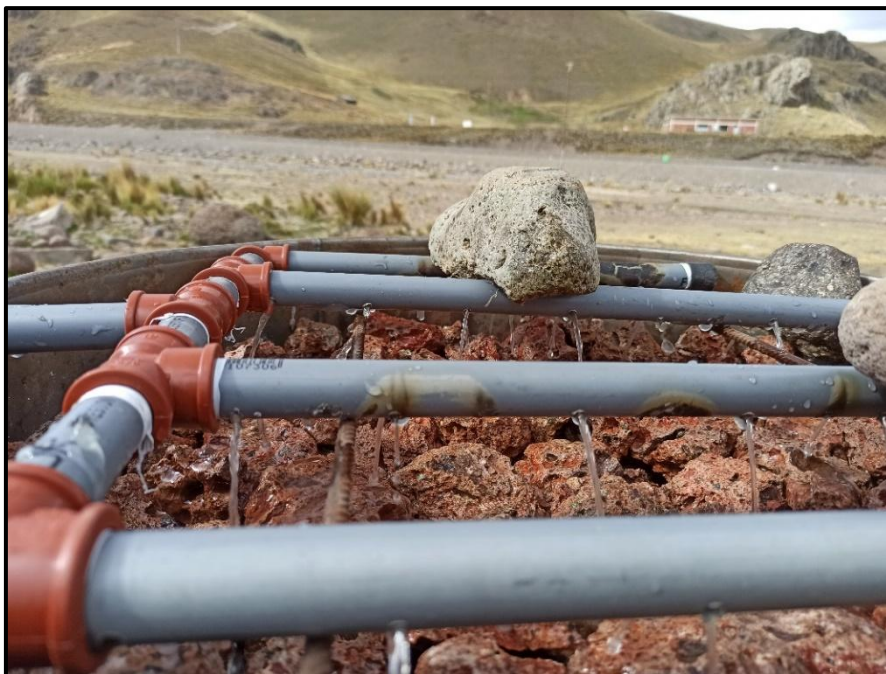
**Figura 7**

*Lecho filtrante de rocas volcánicas en filtro percolador a escala piloto*



**Figura 8**

*Distribución de agua residual en el filtro percolador a escala piloto*



*Nota.* Las figuras 7 y 8 son fotografías que muestran el proceso de implementación del filtro percolador a escala piloto.

**Figura 9***Instalación final del filtro percolador a escala piloto*

*Nota.* La figura 9 es una fotografía que muestra el proceso final de la implementación del filtro percolador a escala piloto.

**3.9. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO**

La presente investigación tuvo una duración de 28 días, la primera semana se esperó que los microorganismos se adapten al medio filtrante, los ejemplares de agua residual dirigidas tomadas a partir de la segunda semana, cada lunes a las 9:00am, ya que este horario presenta los caudales máximos horarios y diarios.

**3.9.1. Procedimiento del método para el 1er objetivo específico**

concluir las características físicas de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante en el distrito de Palca-Lampa.

**3.9.1.1. Puntos de muestreo**

Para cumplir este objetivo se estableció 3 puntos de muestreo en las inmediaciones del distrito de Palca, las muestras extraídas en campo fueron representativas de cada lugar, el método de muestreo fue aleatorio.

## Figura 10

*Ubicación de puntos de muestreo de rocas volcánicas*



*Nota.* La figura 10 presenta la localización del punto de muestras de las rocas volcánicas más cercanas al distrito de Palca, el punto 01 corresponde a la parcialidad de Antalla, el punto 02 a la parcialidad de Qolquerani y el punto 03 a la parcialidad de Suatia. Fuente: Google Earth.

## Figura 11

*Rocas volcánicas*



*Nota.* La figura 11 es una fotografía de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante.

### Tabla 3

*Ubicación de los puntos de muestreo de rocas volcánicas*

Código	Lugar de muestreo	Coodenadas	
		Este	Norte
Muestra 01	Parcialidad de Antalla	328774	8312021
Muestra 02	Parcialidad de Qolquerani	326645	8317306
Muestra 03	Parcialidad de Suatia	323676	8314153

La muestra 01 fue recolectada de la parcialidad de Antalla, a una distancia de 3.21km del distrito de Palca, al lugar se puede acceder mediante una carretera de tierra afirmada.

### Figura 12

*Área circundante del primer punto de muestreo, parcialidad de Antalla*



*Nota.* La figura 12 es una fotografía de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante.

La muestra 02 fue recolectada de la parcialidad de Qolquerani, a una distancia de 3.60km del distrito de Palca, al lugar se puede acceder mediante una carretera de asfalto económico.

## Figura 13

*Área circundante del segundo punto de muestreo, parcialidad de Qolquerani*



*Nota.* La figura 12 es una fotografía de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante. La muestra 03 fue recolectada de la parcialidad de Suatia, a una distancia de 6.65km del distrito de Palca, al lugar se puede acceder mediante una carretera de tierra afirmada.

## Figura 14

*Área circundante del tercer punto de muestreo, parcialidad de Suatia.*



*Nota.* La figura 14 es una fotografía de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante.

Zabala, Astete, & Churata (2022) en su informe indican que las áreas donde se recolecto las muestras presentan rocas volcánicas de tipo ignimbritas que a causa de la erosión desarrollan una plataforma fragmentada y acantilados pronunciados con paredes verticales (de 50 a 80 metros de altura).

### **3.9.1.2. Análisis de las características físicas**

Las muestras de roca volcánica fueron recolectadas en bolsas de plástico y enviados al laboratorio GEOTECNIA PUNO EIRL para los siguientes análisis:

- Porosidad
- Densidad seca
- Densidad saturada
- Contenido de humedad

De acuerdo al informe del laboratorio, los parámetros analizados se realizaron siguiendo la metodología recomendada por la norma ASTM C-128.

### **3.9.1.3. Trabajo de gabinete**

El resultado obtenido por el laboratorio GEOTECNIA PUNO EIRL fueron procesados y analizadas utilizando en software Excel.

## **3.9.2. Procedimiento metodológico para el segundo objetivo específico**

concluir la eficiencia de la manga percolador con medio de purificar de rocas volcánicas para mover la petición bioquímica de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.

### **3.9.2.1. Puntos de muestreo**

En esta investigación se estableció dos sitios de muestreo, el primer lugar de muestreo se realizó en el afluente del filtro percolador a escala piloto, y el segundo lugar en el afluente del manga percolador a escala piloto.

**Tabla 4**

*Puntos de muestreo de agua servida para análisis de demanda bioquímica de oxígeno*

Código	Lugar de muestreo	Coordenadas	
		Este	Norte
A	Afluente del filtro percolador	328704	8314828
E	Efluente del filtro percolador	328706	8314832

**Figura 15**

*Puntos de muestreo de agua servidas para análisis de demanda bioquímica de oxígeno*



*Nota.* en la figura, la letra **A** representa el punto de muestreo en el afluente y la letra **E** representa al punto de muestreo en efluente del filtro percolador a escala piloto.

### 3.9.2.2. Tomade muestras

La captación de muestras de agua servidas se realizó siguiendo los pasos detallados en el "Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las PTAR Domésticas Municipales", considerando lo siguiente:

- Los recipientes de muestreo fueron enjuagados de dos a tres veces con el agua residual a ser recolectada, con el propósito de quitar eventuales sustancias que puedan estar presentes en su interior.
- Durante la recolección de muestras se excluyeron un gramo grandes, depósito y/o cualquier materia flotante presente en el lugar de muestreo.
- Se utilizó frascos de vidrio con termino hermético y limpio.
- Los recipientes fueron identificados con una etiqueta impresa con letra nítida y fácil de leer, sin borrones ni enmendaduras.
- Los recipientes de las muestras destinadas al análisis fueron cerrados de forma hermética, completamente acompañados de la serie de custodia para su traslado y posterior análisis.
- Se usó guantes, barbijo y mandil al momento de tomar la muestra.

## Figura 16

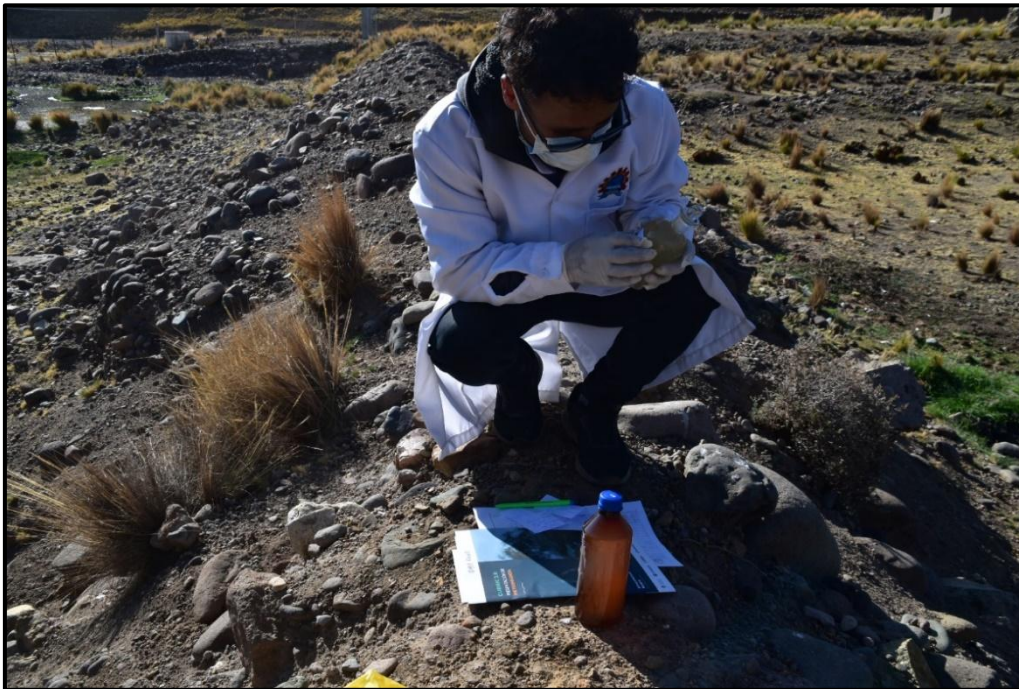
*Muestreo de agua sevidas en el afluente para análisis de demanda bioquímica de oxígeno*



*Nota.* La figura 17 es una fotografía que representa el muestreo de agua residual.

## Figura 17

*Rotulado y etiquetado para análisis de demanda bioquímica de oxígeno*



*Nota.* La figura 18 es una fotografía que representa el etiquetado de las muestras.

## Figura 18

*Llenando decadena de custodia para análisis de demanda bioquímica de oxígeno*



*Nota.* La figura 19 es una fotografía que representa el llenado de cadena de custodia.



**3.9.2.3. Análisis en laboratorio**

Las muestras de agua residual agua para la investigación de la demanda bioquímica de oxígeno se enviaron al Laboratorio de Calidad Ambiental de la Escuela Profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental. Con base en el informe del laboratorio se analizaron los parámetros de acuerdo con las directrices de los Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales (APHA, AWW.WEF). Con base en el informe del laboratorio los parámetros se examinaron de acuerdo con las directrices de los Métodos Normalizados para Análisis de Aguas Potables y Residuales (APHA, AWW.WEF). La 21ª edición del año 2005

**3.9.2.4. Trabajo de gabinete**

Las respuestas obtenidos por el Laboratorio de Calidad Ambiental fueron procesadas y analizadas mediante el software Excel.

**3.9.3. Procedimiento metodológico para el tercer objetivo específico**

concluir la eficacia manga percolador con medio purificar de rocas volcánicas para mover la demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.

**3.9.3.1. Puntos de muestreo**

En esta investigación se estableció dos lugares de muestreo, el primer lugar de muestreo se realizó en el afluente del filtro percolador a escala piloto, y el segundo punto en el afluente del manga percolador a escala piloto.

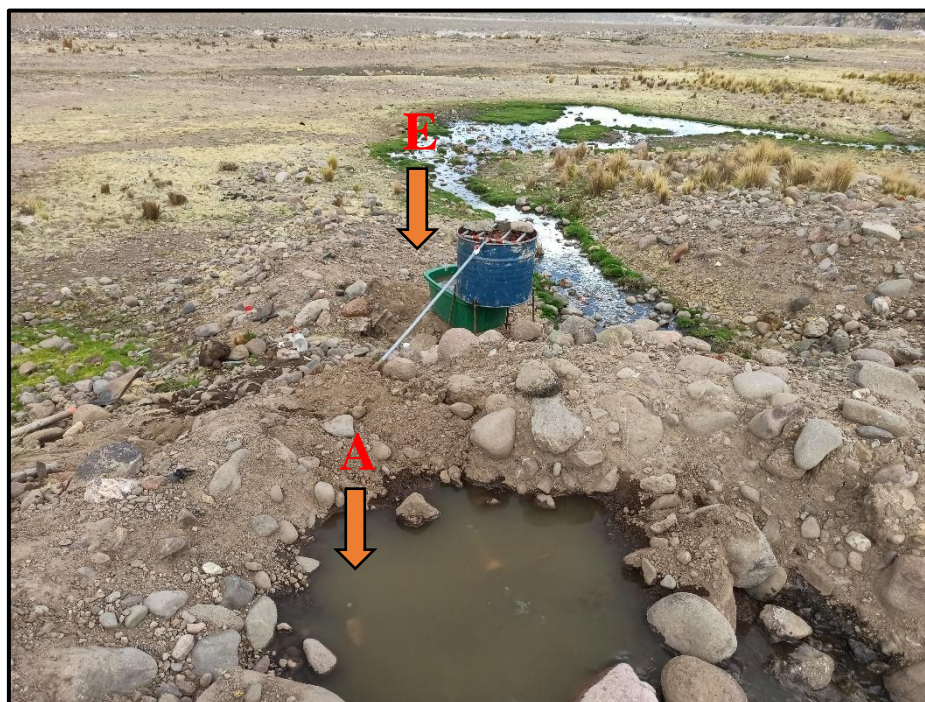
**Tabla 5**

*Puntos de muestreo de agua residual para análisis de demanda química de oxígeno*

Código	Lugar de muestreo	Coordenadas	
		Este	Norte
A	Afluente del filtro percolador	328704	8314828
E	Efluente del filtro percolador	328706	8314832

**Figura 19**

*Puntos de muestreo de agua residual para análisis de demanda química de oxígeno*



*Nota.* En la figura, la letra **A** representa el punto de muestreo en el afluyente y la letra **E** representa al lugar de muestreo en efluente de la manga percolador a escala piloto.

### 3.9.3.2. Toma de muestras

Se procederá a la colección de ejemplares de H<sub>2</sub>O servida siguiendo los pasos correspondientes detallados en el "Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los efluentes de las PTAR Domésticas o Municipales". considerando lo siguiente:

- Los recipientes de muestreo fueron enjuagados de dos a tres veces con el agua residual a ser recopilada, con el objetivo de erradicar eventuales sustancias presentes en su interior.
- Durante la recolección de las muestras, se evitó la inclusión de partículas de gran tamaño, precipitados y/o cualquier material que flote que pudiera estar almacenado en el lugar de muestreo.

- Se utilizó frascos de plástico con cierre hermético y limpio.
- Los recipientes fueron identificados con un protocolo escrito clara y legible, sin borrones ni enmendaduras.
- Los recipientes de las muestras destinadas al análisis fueron cerrados de forma hermética y adecuadamente acompañados de la cadena de custodia para su transporte y posterior análisis.
- Se usó guantes, barbijo y mandil al momento de tomar la muestra.

## Figura 20

*Muestreo de agua servidas en el efluente para análisis de demanda bioquímica de oxigenogeno*



*Nota.* La figura 21 es una fotografía que representa el muestreo de agua residual.

**Figura 21**

*Rotulado y etiquetado para análisis de demanda química de oxigeno*



**Figura 22**

*Llenado de cadena de custodia para análisis de demanda química de oxigeno*





*Nota.* Las figuras 22 y 23 son fotografías que muestran el etiquetado y llenado de cadena de custodia.

### 3.9.3.3. Análisis de laboratorio

Las residual muestras de agua para el análisis de DQO se enviaron al Laboratorio de Calidad del Agua. Con base en el informe del laboratorio, el parámetro se examinó según las directrices de los Procedimientos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF, 21.<sup>a</sup> ed., 2005.

### 3.9.3.4. Trabajo de gabinete

Los resultados obtenidos por el Laboratorio de Calidad Ambiental fueron procesadas y analizadas mediante el software Excel.

## 3.10. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

El análisis estadístico, se utiliza con frecuencia para procesar, analizar y modelar datos en la investigación científica para examinar e interpretar datos experimentales (Harnet & Murphy, 1997), según Hernandez (2014) existen dos categorías de análisis estadísticos que se pueden llevar a cabo para comprobar la hipótesis: los análisis *paramétricos* (los datos estan distribuido normalmente) y *no parametricos* (no hay distribución normal de los datos).

### 3.10.1. Prueba de normalidad

Es una prueba que sirve para comprobar el reparto normal de los datos, si los datos están repartidos normalmente se utiliza una prueba de T o un ANOVA, sila distribución delos datos no esnormal, no se pueden utilizar los procedimientos anteriores y hay que recurrir a las pruebas no paramétricas (Wilcoxon o Kruskal-Wallis), que no requieren el reparto normal de los datos (DATAtab, 2023). Según Saldaña (2016), para la prueba denormalidad en muestrasinferiores o iguales a50 observaciones se debe utilizar laprueba deShapiro-Wilk, y para muestraside mas de 50observaciones se debe utilizar la prueba deKolmogorov-Smirnov.

### 3.10.2. Comprobación de la hipótesis

La verificación de la suposición es el proceso que implica confirmar, a través de que observa y/oexperimentación, siuna suposicion empírica es real ofalsa. (Espinoza, 2018, p. 136). Existen diversos tipos de hipótesis, para nuestra investigación solo se utilizó la indagación de

investigación (Hi) y la hipótesis nula (Ho). De acuerdo con Hernández (2014), la (Hi) se describe como suposiciones preliminares acerca de las posibles relaciones entre 2 o más variables, mientras que la hipótesis nula (Ho) se define como afirmaciones que niegan o refutan la existencia de una relación entre variables.

### 3.10.3. Verificación de la eficiencia

Al comparar la calidad del agua servida antes y después del tratamiento, se evalúa la eficacia del PTAR. Esto permite determinar la coherencia de los valores de salida del PTAR antes y después considerando los procesos de tratamiento existentes. Tratamiento, teniendo en cuenta procesos de tratamiento existentes. Sociedad Mexicana de la Información (2013). En la investigación se verificó la eficiencia del filtro percolador a escala piloto, utilizando la siguiente fórmula.

#### Figura 23

*Fórmula para determinar la eficiencia de remoción*

$$E = \frac{(S_0 - S)}{S_0} \times 100$$

*Nota.* E: Eficacia de remoción de carga contaminante(%), S: Carga contaminante de salida (mg/L), y  $S_0$ : Carga contaminante de entrada (mg/L), tomado de Romero, (2000).

## CAPITULO IV

## RESULTADOS Y DISCUSIONES

## 4.1. RESULTADOS

## 4.1.1. Resultados del primer objetivo específico

concluir las características físicas de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante en el distrito de Palca-Lampa.

## 4.1.1.1. Resultado de análisis de laboratorio

## A) Porosidad

Tabla 6

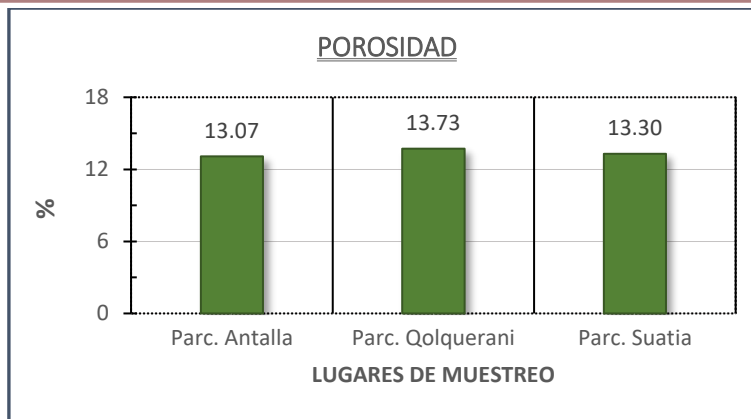
*Resultado de análisis de porosidad de las rocas volcánicas*

Lugares de muestreo	Porosidad	
	Resultado	Unidad
Parcialidad de Antalla	13.07	%
Parcialidad de Qolquerani	13.73	%
Parcialidad de Suatia	13.30	%

La tabla 6: muestra los análisis de porosidad del laboratorio. De acuerdo con los resultados, la muestra de roca volcánica de la parcialidad de Antalla tenía una porosidad del 13,07%, la muestra de la parcialidad de Qolquerani tenía una porosidad del 13,73% y la muestra de la parcialidad de Suatia tenía una porosidad del 13,30%.

## Figura 24

*Variación de porosidad de las rocas volcánicas*



Según se muestra en la figura 24. El ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Qolquerani presento mayor porosidad con un valor de 13.73%, seguido del ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Suatia con un valor de 13.30%, por último, la muestra de roca volcánica dela parcialidad de Antalla presentó menor porosidad con un valor de 13.07%.

**B) Densidad Seca**

**Tabla 7**

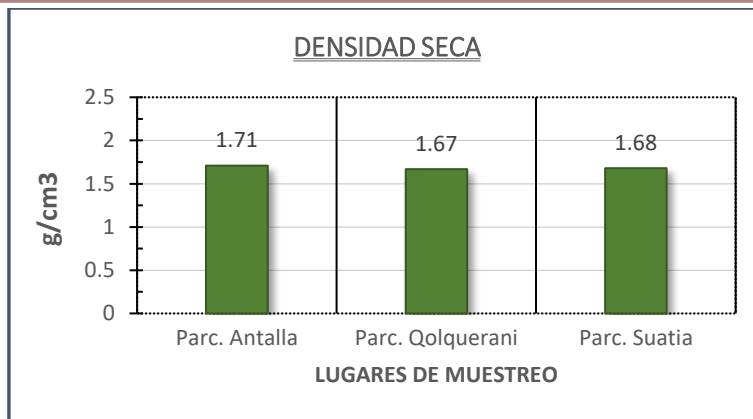
*Resultado de análisis de densidad seca de las rocas volcánicas*

Lugares de muestreo	Densidad Seca	
	Resultado	Unidad
Parcialidad de Antalla	1.71	g/cm <sup>3</sup>
Parcialidad de Qolquerani	1.67	g/cm <sup>3</sup>
Parcialidad de Suatia	1.68	g/cm <sup>3</sup>

Los analisis de densidad seca enel laboratorio se presentan enla tabla 6. Los resultados señalan que el ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Antalla tuvo una densidadseca de1.71g/cm<sup>3</sup>, la muestrade roca volcánica de la parcialidad de Qolquerani tuvo un denso y seca de 1.67g/cm<sup>3</sup> y para el ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Suatia obtuvieron una densidadseca de 1.68g/cm<sup>3</sup>.

**Figura 25**

*Variación de densidadseca de las rocas volcánicas*



Como podemos ver en la figura 25. El ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Antalla presento mayor densidad seca con un valor de 1.71g/cm<sup>3</sup>, seguido de la muestra de roca volcánica de la parcialidad de Suatia con un valor de 1.68g/cm<sup>3</sup>, finalmente la muestra de roca volcánica de la parcialidad de Qolquerani presento menor densidad seca con un valor de 1.67g/cm<sup>3</sup>.

### C) Densidad Húmeda

**Tabla 8**

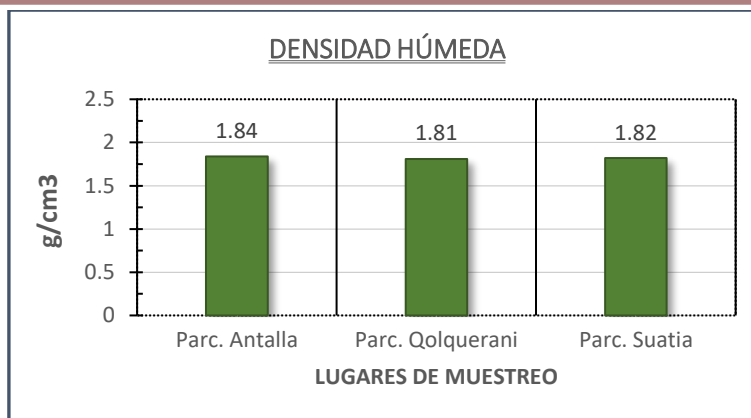
*Resultado de análisis de densidad húmeda de las rocas volcánicas*

Lugares de muestreo	Densidad Húmeda	
	Resultado	Unidad
Parcialidad de Antalla	1.84	g/cm <sup>3</sup>
Parcialidad de Qolquerani	1.81	g/cm <sup>3</sup>
Parcialidad de Suatia	1.82	g/cm <sup>3</sup>

Los analisis de densidad húmeda en el laboratorio se evidencia en la tabla 8. Los resultados apuntan a que el ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Antalla tuvo una densidad húmeda de 1.84g/cm<sup>3</sup>, el ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Qolquerani tuvo una densidad húmeda de 1.81g/cm<sup>3</sup> y para el ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Suatia obtuvieron una densidad húmeda de 1.82g/cm<sup>3</sup>.

**Figura 26**

*Variación de densidad húmeda de las rocas volcánicas*



Como se puede visualizar en la figura 26. La muestra de roca volcánica de la parcialidad de Antalla presento mayor densidad húmeda con un valor de 1.84g/cm<sup>3</sup>, seguido de la muestra de roca volcánica de la parcialidad de Suatia con un valor de 1.82g/cm<sup>3</sup>, por último, la muestra de roca volcánica de la parcialidad de Qolquerani presento menor densidad húmeda con un valor de 1.81g/cm<sup>3</sup>.

#### D) Contenido de Humedad

**Tabla 9**

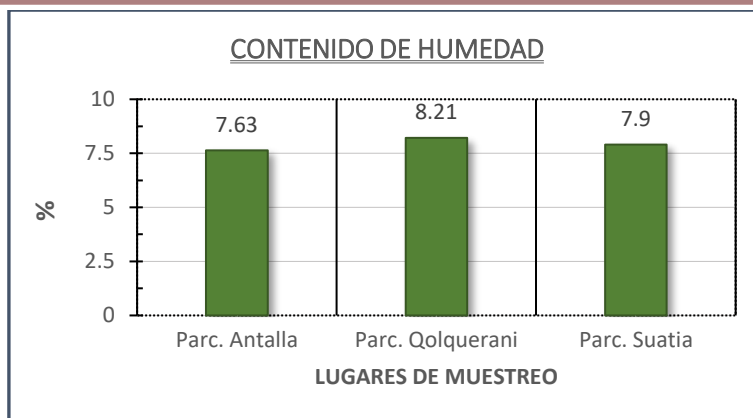
*Resultado de análisis de contenido de humedad de las rocas volcánicas*

Lugares de muestreo	Contenido de Humedad	
	Resultado	Unidad
Parcialidad de Antalla	7.63	%
Parcialidad de Qolquerani	8.21	%
Parcialidad de Suatia	7.90	%

Los estudios incluye la humedad en el laboratorio se presentan en la tabla 9. Los resultados apuntan a que la muestra de roca volcánica de la parcialidad de Antalla tuvo un contenido de humedad de 7.63%, del ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Qolquerani tuvo un contenido de humedad de 8.21% y para el ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Suatia obtuvieron un contenido de humedad de 7.90%.

**Figura 27**

*Variación de contenido de humedad de las rocas volcánicas*



Como se puede contemplar en la figura 27. El ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Qolquerani presento mayor contenido de humedad con un valor de 8.21%, seguido del ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Suatia con un valor de 7.90%, finalmente el ejemplar de roca volcánica de la parcialidad de Antalla presento menor contenido de humedad con un valor de 7.63%.

#### 4.1.1.2. Prueba de normalidad

En la investigación se tiene 3 observaciones para concluir las características físicas de las rocas volcánicas, por ende, para comprobar analíticamente el reparto normal de los datos se usó la prueba de Shapiro-Wilk.

Se trabajó con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de  $5\% = 0.05$ , donde:

- Si P-Valor  $\geq \alpha$ , los datos presentan una distribución normal
- Si P-Valor  $< \alpha$ , los datos no presentan una distribución normal

**Tabla 10**

*Prueba de normalidad de la primera hipótesis específica*

	Shapiro-Wilk			
	Porosidad	Densidad seca	Densidad húmeda	Contenido de humedad
W-Estadístico	0.970	0.923	0.964	0.998
P-Valor	0.669	0.463	0.637	0.924
Nivel de Significancia ( $\alpha$ )	0.05	0.05	0.05	0.05
Nº Datos	3	3	3	3

La tabla 10. Exhibe la respuesta del análisis de normalidad aplicado a los datos de las características físicas de las rocas volcánicas. Donde se han obtenido un P-Valor de 0.669 para porosidad, un P-Valor de 0.463 para densidad seca, un P-Valor de 0.637 para densidad húmeda y un P-Valor de 0.924 para contenido de humedad, comparando con el valor de nivel de significancia ( $\alpha$ ), todos los valores de P son superiores a 0.05, En consecuencia, se infiere que los datos son de naturaleza normalmente distribuida.

Por otro lado, el estadístico W puede considerarse con un coeficiente de relación al cuadrado coeficiente de determinación, y su valor máximo es 1. Por lo tanto, un valor elevado indica una mayor similitud con la distribución normal. (Flores T. & Flores C., 2021).

#### 4.1.1.3. Comprobación de la hipótesis

En este apartado se pretendió probar o rechazar la varianza de muestras de 3 lugares diferentes, para ello se planteó dos hipótesis.

- **Hi:** Las características físicas de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante en el distrito de Palca-Lampa son similares.
- **Ho:** Las características físicas de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante en el distrito de Palca-Lampa no son similares.

En la prueba de normalidad se encontró que los datos se asignan normal, por esa razón se utilizó la prueba paramétrica. Según Flores, Miranda y Villasís (2017) para comparar los promedios de 3 o más grupos se utiliza la prueba conocida como (ANOVA) de una vía.

Se trabaja con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de  $5\% = 0.05$ , donde:

- Si  $P\text{-Valor} > \alpha$ , se rechaza  $H_i$  y se acepta la  $H_o$
- Si  $P\text{-Valor} \leq \alpha$ , se rechaza  $H_o$  y se acepta  $H_i$

**Tabla 11**

*Prueba de análisis de varianza para la primera hipótesis específica*

	Análisis de Varianza			
	Porosidad	Densidad seca	Densidad húmeda	Contenido de humedad
Media	13.37	1.69	1.82	7.91

Varianza	0.11223	0.00043	0.00023	0.08423
Nivel Significancia ( $\alpha$ )			0.05	
F- Estadístico			1903.73	
Valor Crítico para F			4.066	
P-Valor			0.00000000094	

La tabla 11. Nos muestra los resultados de la comprobación de la hipótesis. Donde se ha obtenido un P-Valor de 0.00000000094, comparando con el valor de nivel de significancia ( $\alpha$ ), es inferior a 0.05, Por tanto, se niega la hipótesis  $H_0$  y se valida la hipótesis de investigación. Finalmente se concluye que las características físicas de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante en el distrito de Palca-Lampa son similares.

#### 4.1.2. Resultado del segundo objetivo específico

Determine la eficacia de filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas para remover DBO en el distrito de Palca-Lampa.

##### 4.1.2.1. Resultado de análisis de laboratorio

**Tabla 12**

*Resultado de análisis de demanda bioquímica de oxígeno*

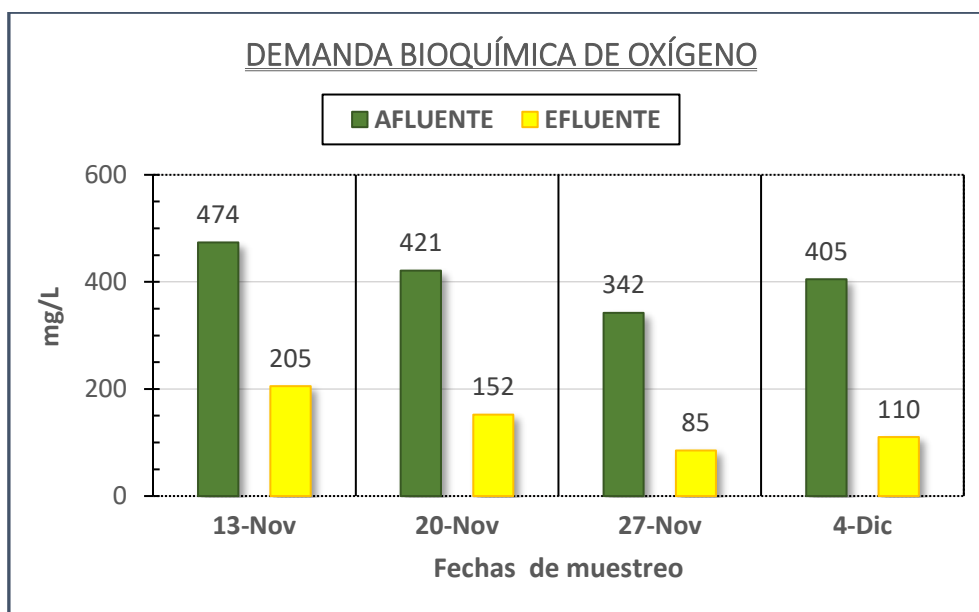
Fechas de muestreo	Demanda Bioquímica de Oxígeno		Unidad
	Afluente	Efluente	
13 de noviembre del 2023	474	205	mg/L
20 de noviembre del 2023	421	152	mg/L
27 de noviembre del 2023	342	85	mg/L
04 de diciembre del 2023	405	110	mg/L

*Nota.* Afluente: muestras de agua residual que se recolectaron antes del ingreso al filtro percolador a escala piloto y Efluente: muestras de agua residual que se recolectaron en la salida del filtro percolador a escala piloto.

En la tabla 12. Se muestran los resultados del DBO publicados por el laboratorio , donde la muestra del 13 de noviembre tiene una concentración 474 mg/L en el agua y 205 mg/L en el agua, La muestra del 20 de noviembre tiene una concentración de 421 mg/L en el agua y 152 mg/L en el agua, la muestra del 27 de noviembre tiene una concentración de 342 mg/L en el agua y 85 mg/L en el agua, y la muestra del 4 de diciembre tiene una concentración de 405 mg/L en el agua y 110 mg/L en las aguas residuales.

**Figura 28**

*Variación de la demanda bioquímica de oxígeno*



En la figura 28. Se observa la variación de la DBO del afluente con respecto al efluente, donde a los 7 días presenta una concentración de 474mg/L en el afluente y 205mg/L en el efluente, llegando a reducirse una concentración de 269mg/L; a los 15 días se observó una concentración de 421mg/L en el afluente y 152mg/L en el efluente, llegando a reducirse una concentración de 269mg/L; a los 21 días se observó una concentración de 342mg/L en el afluente y 85mg/L en el efluente, llegando a reducirse una concentración de 257mg/L; y finalmente a los 28 días se observó una concentración de 405mg/L en el afluente y 110mg/L en el efluente, llegando a reducirse una concentración de 295mg/L.

#### 4.1.2.2. Prueba de normalidad

En la investigación se tiene 4 observaciones para análisis de DBO, motivo por el cual, para comprobar analíticamente la distribución normal de los datos se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk.

Se trabajó con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de  $5\% = 0.05$ , donde:

- Si P-Valor  $\geq \alpha$ , los datos presentan una distribución normal
- Si P-Valor  $< \alpha$ , los datos no presentan una distribución normal

**Tabla 13**

*Prueba de normalidad de la segunda hipótesis específica*

	Shapiro-Wilk	
	Afluyente	Efluyente
W-Estadístico	0.984	0.968
P-Valor	0.925	0.828
Nivel de Significancia	0.05	0.05
N° Datos	4	4

La tabla 13. Nos muestra los resultados de la prueba de normalidad aplicado a los datos de la demanda bioquímica de oxígeno. Donde se han obtenido un P-Valor de 0.925 para los datos del afluyente y un P-Valor de 0.828 para los datos del efluyente, comparando con el valor de nivel de significancia ( $\alpha$ ), los valores de P son superiores a 0.05, por esta razón, se concluye que los datos siguen una distribución normal.

A lo ya dicho, el W-Estadístico es un coeficiente de correlación o determinación.

#### 4.1.2.3. Comprobación de hipótesis

En este apartado se pretendió comparar muestras medidas en dos tiempos diferentes, es decir, se obtuvieron datos antes del tratamiento (afluyente) y después del tratamiento (efluente), motivo por el cual se planteó dos hipótesis.

- **H<sub>i</sub>**: El filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas es eficiente para remover la demanda bioquímica de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.

- **H<sub>0</sub>:** El filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas no es eficiente para remover la DBO en el distrito de Palca-Lampa.

En la prueba de normalidad se obtuvo que los datos se distribuyen normalmente, por consiguiente, se utilizó la prueba paramétrica. Según Sánchez (2015), para muestras con datos menores o iguales a 30 observaciones se utiliza la prueba de t-Student, además, la prueba t permite comparar muestras o grupos en dos tiempos distintos (DATA tab, 2023).

Se trabajó con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de  $5\% = 0.05$ , donde:

- Si  $P\text{-Valor} > \alpha$ , se rechaza  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si  $P\text{-Valor} \leq \alpha$ , se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$

**Tabla 14**

*Prueba de t-Student para la segunda hipótesis específico*

	Prueba de t-Student	
	Afluente	Efluente
Media	410.5	138
Varianza	2955	2759.3
Coefficiente de correlación de Pearson	0.956	
T-Estadístico	33.996	
Valor crítico de T	2.353	
P-Valor	0.000028	

La tabla 14. Nos muestra los resultados de la comprobación de la indagación. Donde se ha obtenido un P-Valor de 0.000028, comparando con el valor de nivel de significancia ( $\alpha$ ), es inferior a 0.05, Por ende, se refuta la hipótesis  $H_0$  y se admite la hipótesis de investigación, finalmente se concluye que el filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas es eficiente para remover la DBO en el distrito de Palca-Lampa.

#### 4.1.2.4. Verificación de la eficiencia

En el siguiente ítem se verificó la eficiencia de remoción de la DBO por fechas de muestreo, ya que el resultado de la prueba estadística indica que el filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas es eficiente para remover la DBO en el distrito de Palca-Lampa.

**Tabla 15***Eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno*

Fechas de muestreo	Demanda Bioquímica de Oxígeno			Eficiencia
	Afluente	Efluente	Unidad	
13 de noviembre del 2023	474	205	mg/L	56.75%
20 de noviembre del 2023	421	152	mg/L	63.90%
27 de noviembre del 2023	342	85	mg/L	75.15%
04 de diciembre del 2023	405	110	mg/L	72.84%

La tabla 15. Indica los resultados de la eficacia de remoción de la DBO de acuerdo a las fechas de muestreo, donde a los 7 días de haber instalado el filtro percolador se logró una eficacia de remoción de 56.75%, a los 15 días una eficiencia de remoción de 63.90%, a los 21 días una eficiencia de remoción de 75.15% y finalmente a los 28 días una eficacia de remoción de 72.84%. Asimismo, se observó que el mayor porcentaje de remoción se da a los 21 días.

#### 4.1.3. Resultado del tercer objetivo específico

Determinar la eficacia de filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas para remover la demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.

##### 4.1.3.1. Resultado de análisis de laboratorio

**Tabla 16***Resultado de análisis de demanda química de oxígeno*

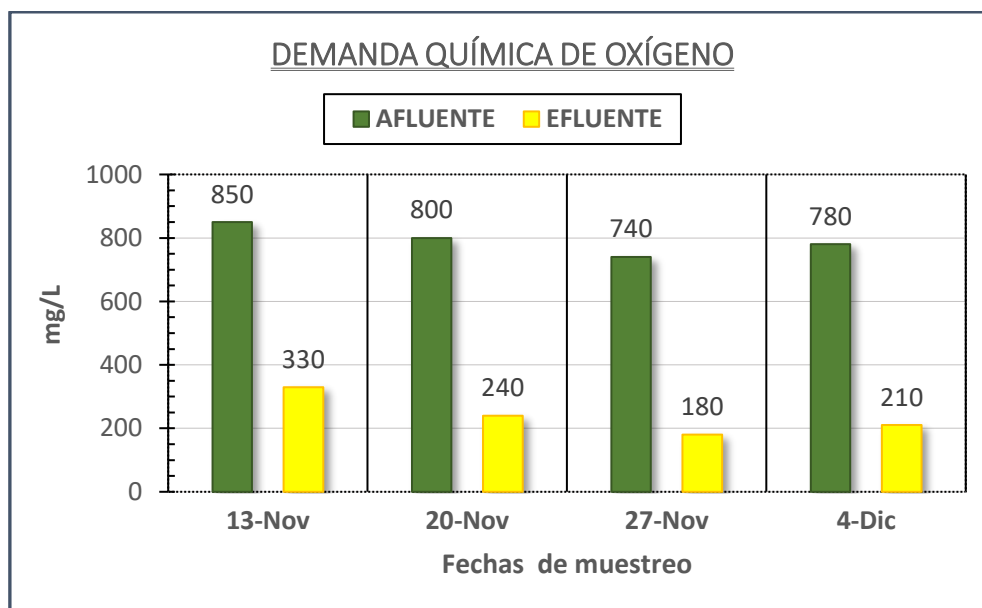
Fechas de muestreo	Demanda Química de Oxígeno		Unidad
	Afluente	Efluente	
13 de noviembre del 2023	850	330	mg/L
20 de noviembre del 2023	800	240	mg/L
27 de noviembre del 2023	740	180	mg/L
04 de diciembre del 2023	780	210	mg/L

*Nota.* Afluente: muestras de agua servidas que se colectaron antes del ingreso al filtro percolador a escala piloto y Efluente: muestras de agua residual que se recolectaron en la salida del filtro percolador a escala piloto.

En la tabla 16. Se aprecia los resultados de la DQO emitidos por el laboratorio, donde la muestra del 13 de noviembre tuvo una concentración de 850mg/L en el afluente y una concentración de 330mg/L en el efluente, luego la muestra del 20 de noviembre tuvo una concentración de 800mg/L en el afluente y una concentración de 240mg/L en el efluente, posteriormente la muestra del 27 de noviembre tuvo una concentración de 740mg/L en el afluente y una concentración de 180mg/L en el efluente, y finalmente la muestra del 04 de diciembre tuvo una concentración de 780mg/L en el afluente y una concentración de 210mg/L en el efluente.

**Figura 29**

*Variación de la demanda química de oxígeno*



En la figura 29. Se observa la variación de la DQO del afluente con respecto al efluente, donde a los 7 días presenta una concentración de 850mg/L en el afluente y 330mg/L en el efluente, llegando a reducirse una concentración de 520mg/L; a los 15 días se observó una concentración de 800mg/L en el afluente y 240mg/L en el efluente, llegando a reducirse una concentración de 560mg/L; a los 21 días se observó una concentración de 740mg/L en el afluente y 180mg/L en el efluente, llegando a reducirse una concentración de 560mg/L; y finalmente a los 28 días se observó una concentración de 780mg/L en el afluente y 210mg/L en el efluente, llegando a reducirse una concentración de 570mg/L.

#### 4.1.3.2. Prueba de normalidad

En la investigación se tiene 4 observaciones para análisis de DQO, motivo por el cual, para comprobar analíticamente la distribución normal de los datos se empleó la prueba de Shapiro-Wilk.

Se trabajó con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de  $5\% = 0.05$ , donde:

- Si P-Valor  $= > \alpha$ , los datos presentan una distribución normal
- Si P-Valor  $< \alpha$ , los datos no presentan una distribución normal

**Tabla 17**

*Prueba de normalidad de la tercera hipótesis específica*

	Shapiro-Wilk	
	Afluente	Efluente
W-Estadístico	0.993	0.928
P-Valor	0.973	0.580
Nivel de Significancia	0.05	0.05
N° Datos	4	4

La tabla 17. Evidencia los resultados de la prueba de normalidad aplicado a los datos de la demanda química de oxígeno. Donde se han obtenido un P-Valor de 0.973 para los datos del afluente y un P-Valor de 0.580 para los datos del efluente, comparando con el valor de nivel de significancia ( $\alpha$ ), los valores de P son superiores a 0.05, en consecuencia, se infiere que los datos son de origen normalmente distribuido.

Indicado anteriormente, el W-Estadístico es como un coeficiente de correlación al cuadrado o coeficiente de determinación.

#### 4.1.3.3. Comprobación de hipótesis

En este apartado, también se pretendió comparar muestras medidas en dos tiempos diferentes, motivo por el cual se planteó dos hipótesis.

- **Hi:** El filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas es eficiente para remover demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.

- **H<sub>0</sub>**: El filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas no es eficiente para remover demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.

Igualmente, en la prueba de normalidad se obtuvo que los datos se distribuyen normalmente, en consecuencia, se utilizó la prueba paramétrica t-Student tal y como se ha señalado anteriormente.

Se trabajó con un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de  $5\% = 0.05$ , donde:

- Si  $P\text{-Valor} > \alpha$ , se rechaza  $H_1$  y se acepta la  $H_0$
- Si  $P\text{-Valor} \leq \alpha$ , se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_1$

**Tabla 18**

*Prueba de t-Student para la tercera hipótesis específico*

	Prueba de t-Student	
	Afluente	Efluente
Media	792.50	240
Varianza	2091.27	4200
Coefficiente de correlación de Pearson	0.978	
T-Estadístico	49.834	
Valor crítico de T	2.353	
P-Valor	0.0000178	

La tabla 18. Nos muestra los resultados de la constatación de la hipótesis. Donde se ha obtenido un P-Valor de 0.0000178, comparando con el valor de nivel de significancia ( $\alpha$ ), es inferior a 0.05, Por ende, se refuta la  $H_0$  y se admite la hipótesis de investigación, finalmente se termina que el filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas es eficiente para remover demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa.

#### 4.1.3.4. Verificación de la eficiencia

En el siguiente ítem se verificó la eficiencia de eliminación de la DQO por fechas de muestreo, ya que el resultado de la prueba estadística indica que el filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas es eficiente para remover la DQO en el distrito de Palca-Lampa.

**Tabla 19***Eficiencia de remoción de la demanda química de oxígeno*

Fechas de muestreo	Demanda Química de Oxígeno			Eficiencia
	Afluente	Efluente	Unidad	
13 de noviembre del 2023	850	330	mg/L	61.18%
20 de noviembre del 2023	800	240	mg/L	70.00%
27 de noviembre del 2023	740	180	mg/L	75.68%
04 de diciembre del 2023	780	210	mg/L	73.08%

La tabla 19. Señala los resultados de la eficiencia de remoción de la DQO de acuerdo a las fechas de muestreo, donde a los 7 días de haber instalado el filtro percolador se logró una eficiencia de remoción de 61.18%, a los 15 días una eficiencia de remoción de 70.00%, a los 21 días una eficiencia de remoción de 75.68% y finalmente a los 28 días una eficiencia de remoción de 73.08%. Por otro lado, Se evidencia que el mayor porcentaje de remoción se alcanzó a los 21 días.

## 4.2. DISCUSIONES

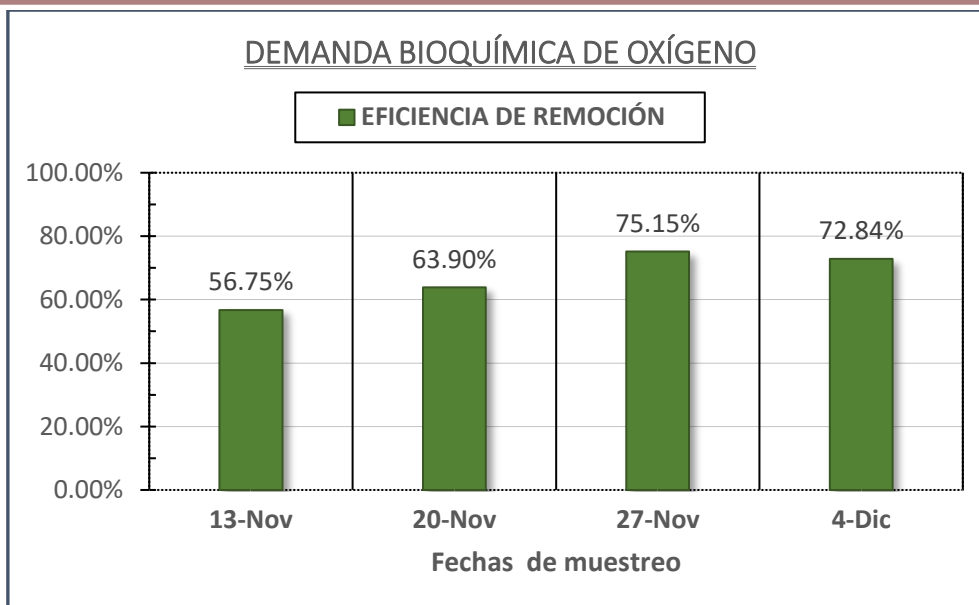
### 4.2.1. Discusión del primer objetivo específico

Los resultados muestran una porosidad promedio de 13.37%, una densidad seca promedio de 1.69g/cm<sup>3</sup>, una densidad húmeda promedio de 1.82g/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad promedio de 7.91%, comparando con los resultados de Zanhueza, et al. (2011), obtuvieron una densidad seca de 0,89g/cm<sup>3</sup>, una densidad húmeda de 1.52g/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad de 77%, son diferentes a excepción de la densidad húmeda. En la investigación se utilizó rocas volcánicas de tamaños de 4cm a 7cm, mientras que Huamani (2018) utilizó rocas volcánicas de 6cm a 9cm.

### 4.2.2. Discusión del segundo objetivo específico

#### Figura 30

*Eficiencia de remoción de la demanda bioquímica de oxígeno*

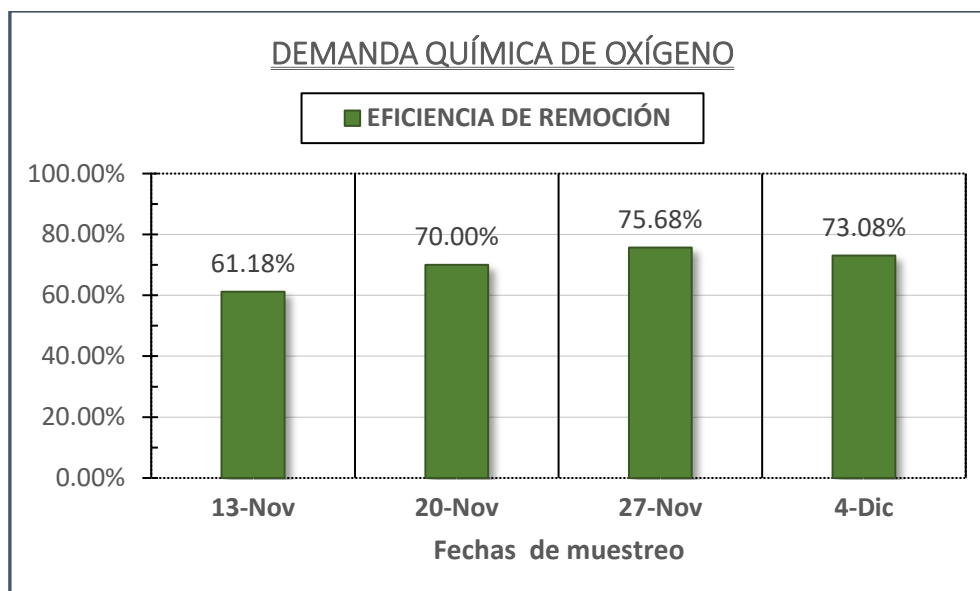


La figura 30. Muestras los resultados de la eficiencia del filtro percolador para remover la DBO en el distrito de Palca-Lampa, la menor eficiencia de remoción se presentó a los 7 días de haber instalado el filtro percolador con un valor de 56.75%, según Ballesteros, et al. (2023), indican que un reactor nuevo requiere al menos una semana para que los microorganismos se adapten y empiecen a desarrollarse en número y realicen el tratamiento de agua residual en consecuencia Ramalho (2003) afirma que el filtro percolador es un reactor de crecimiento biológico asistido, es decir, los microorganismos necesitan agua residual, oxígeno y medio filtrante para desarrollarse. A los 15 días de haber instalado el filtro percolador se logró una eficiencia de 63.90%, en el mismo tiempo Jaramillo & Paredes (2019) obtuvieron una eficiencia de 77.35%, mientras que Vásquez (2017) en su resultado obtuvo una eficiencia de 29.01%. La mayor eficiencia se consiguió a los 21 días de tratamiento con un valor de 75.15%, en cambio el experimento de Vásquez (2017) logró alcanzar la mayor eficiencia a los 28 días con un valor de 65.87%. Por otro lado, Huamani (2018) en su investigación alcanzó un promedio de remoción de 65.26%, asimismo Sanhueza, et al. (2011) obtuvieron una eficiencia promedio de 95%, siguiendo la misma línea en nuestro experimento se alcanzó una eficiencia promedio de 70.63% sin considerar la muestra analizada a los 7 días. Y finalmente, según los resultados obtenidos se alcanzó mayor eficiencia cuando las concentraciones en el afluente son bajas, de igual forma Gonsales, et al. (2010) encontraron la misma relación.

### 4.2.3. Discusión del tercer objetivo específico

**Figura 31**

*Eficiencia de remoción de la demanda química de oxígeno*



La figura 31. Muestras los resultados de la eficiencia del filtro percolador para remover la demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa. A los 15 días de haber instalado el filtro percolador se logró una eficiencia de 70.00%, en el mismo tiempo Jaramillo & Paredes (2019) obtuvieron una eficiencia de 91.85%, mientras que Vásquez (2017) en su resultado obtuvo una eficiencia de 17.60%. La mayor eficiencia se consiguió a los 21 días de tratamiento con un valor de 75.68%, en cambio el experimento de Vásquez (2017) logró alcanzar la mayor eficiencia a los 28 días con un valor de 59.21%. Por otro lado, Huamani (2018) en su investigación alcanzó un promedio de remoción de 64.32%, siguiendo la misma línea en nuestro experimento se alcanzó una eficiencia promedio de 72.92% sin considerar la muestra analizada a los 7 días. Y finalmente, según los resultados obtenidos se alcanzó mayor eficiencia cuando las concentraciones en el afluente son bajas, de igual forma Gonsales, et al. (2010) encontraron la misma relación.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. CONCLUSIONES

Los filtros percoladores con medio filtrante de rocas volcánicas son eficientes para remover la demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno cuando las concentraciones de la DBO se encuentran en un rango de 342 mg/L a 474 mg/L, y cuando las concentraciones de la DQO se encuentran en un rango de 740 mg/L a 850 mg/L.

- Se comparó las características físicas de las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante en el distrito de Palca-Lampa, de acuerdo al análisis estadístico, las rocas volcánicas muestreadas en tres lugares distintos son similares, por lo tanto, se llega a la conclusión que las rocas volcánicas tienen una porosidad promedio de 13.37%, densidad seca promedio de 1.69 g/cm<sup>3</sup>, densidad húmeda promedio de 1.82 g/cm<sup>3</sup> y contenido de humedad promedio de 7.91%.
- Se determinó la eficacia de filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas para remover DBO en el distrito de Palca-Lampa, se concluye que las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante a los 7 días de haberse instalado dentro del filtro percolador tiene una eficiencia de remoción de 56.75%, a los 15 días una eficiencia de remoción de 63.90%, a los 21 días una eficiencia de remoción de 75.68% y a los 28 días tiene una eficiencia de remoción de 72.84%. Asimismo, las mejores remociones se obtuvieron cuando las concentraciones de la DBO fueron bajas, finalmente se alcanzó una eficiencia promedio de 70.63% sin considerar la muestra analizada a los 7 días.
- Se determinó la eficacia de filtro percolador con medio filtrante de rocas volcánicas para remover demanda química de oxígeno en el distrito de Palca-Lampa, se concluye que las rocas volcánicas utilizadas como medio filtrante a los 7 días de haberse instalado dentro del filtro percolador tiene una eficiencia de 61.18%, a los 15 días una eficiencia de 70.00%, a los 21 días una eficiencia de 75.15% y a los 28 días tiene una eficiencia de 73.08%. Asimismo, las mejores remociones se obtuvieron cuando las concentraciones de la DQO fueron bajas, finalmente se alcanzó una eficiencia promedio de 72.92% sin considerar la muestra analizada a los 7 días.



## 5.2. RECOMENDACIONES

Segun con los resultados obtenidos, se recomienda evaluar la eficiencia delos filtros percoladorees cuando las concentraciones dela demannda bioquímica de oxígeno no superen los 250mg/L y las concentraciones dela demanda química de oxígeno no superen los 500mg/L.

Que los futuros investigadores tomen los resultadosobtenidos en la presente indagación como antecedente para mejorar la tecnología y el diseño de los filtros percoladores.

Se recomienda evaluar la interacción entre los microorganismos que degradan la materiia orgánica y el mediofiltrante a diferentes concentraciones de la demanda bioquímicode oxígeno y la demanda químicode oxígeno.

Para el diseño de filtros biológicos no se recomienda utilizar tuberías cribadas como dispersor de aguas, debido a que necesitan un constante monitoreo y mantenimiento.

**BIBLIOGRAFÍA**

- Argota Pérez, G. (2017). *Glosario terminológico: Análisis ambiental y metodología de la investigación científica*. Puno: Kopy Graf E.I.R.L. Obtenido de <https://n9.cl/rfwv3>
- Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: Introducción a la metodología científica* (Vol. VI Edición). Caracas, Venezuela: Editorial EPISTEME C.A. Obtenido de <https://es.slideshare.net/juancarlos777/el-proyecto-de-investigacion-fidias-arias-2012-6a-edicion>
- Autoridad Administrativa de Agua XIV Titicaca. (2016). *Gestión de la calidad de los recursos hídricos*. Puno.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016a). *Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales*. Ministerio de Agricultura y Riego, Lima. Obtenido de <https://n9.cl/13sg3>
- Autoridad Nacional del Agua. (2016b). *Manual de buenas prácticas para el uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas*. Ministerio de Agricultura y Riego, Lima. Obtenido de <https://n9.cl/owrx7>
- Autoridad Nacional del Agua. (2019). *Ley de los recursos hídricos ley N° 29338*. Lima. Obtenido de <https://n9.cl/7nlt4>
- Cabezas Mejía, E. D., Andrade Naranjo, D., & Torres Santamaría, J. (2018). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. (D. Andrade Aguirre, Ed.) Sangolquí, Ecuador.
- Castro Perdomo, N. A., & Rajadel Acosta, O. N. (2021). Otra cara de la problemática del agua y el cambio climático; dos realidades sinérgicas yuxtapuestas. *Revista Universidad y Sociedad*, 351-360. Obtenido de <https://n9.cl/co2bvq>
- DATAtab Team. (1 de 1 de 2023). *DATAtab*. Obtenido de Online Statistics Calculator: <https://datatab.es/tutorial/test-of-normality>
- Decreto Legislativo N° 1280. (29 de Diciembre de 2016). Obtenido de <https://n9.cl/1hrtxi>
- Dirección de Vivienda y Saneamiento-Puno. (2021). *Plan Regional de Saneamiento Puno 2021-2025*. Gobierno Regional Puno, Puno. Obtenido de <https://n9.cl/ad3hz>



- Flores Flores, F. (2018). *Efectividad del Tratamiento Secundario de la Planta de Tratamiento de aguas Residuales para el Vertimiento del Efluente en el Distrito de Palca* . Palca.
- Flores Ruiz, E., Miranda Novales , M. G., & Villasís Keever, M. Á. (2017). El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. *Estadística inferencial. Revista Alergia México*, 364-370.
- Flores Tapia, C. E., & Flores Ceballos, K. L. (2021). Pruebas para verificar la normalidad de datos en procesos productivos.: Anderson-Darling, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov. *Societas*.
- Fondo Nacional de Ambiente. (2010). *Oportunidades de mejoras ambientales por el tratamiento de aguas residuales en el Perú*. Obtenido de <https://n9.cl/ro2p3y>
- Gonzáles Martínez, S., Millán Salazar, T. C., & Gonzáles Barceló, Ó. (2010). Filtración aerada de aguas residuales municipales utilizando un medio filtrante de bajo costo. *Revista AIDIS*. Obtenido de [http://www.journals.unam.mx/index.php/aidis/article/view/23796/pdf\\_896](http://www.journals.unam.mx/index.php/aidis/article/view/23796/pdf_896)
- Griem, W. (2020). *Apuntes de geología general: Las rocas igneas*. Obtenido de <https://www.geovirtual2.cl/geologiageneral/ggcap04g.html>
- Harnet, D., & Murphy, J. (1997). *Introducción al Análisis Estadístico* . La Paz: México Addison-Wesley Iberoamericana .2a. ed.
- Hernandez, R. (2014). *Metodología de la Investigación Científica* . Mexico : McGRAW-HILL.
- Huamani Galindo, Z. (2018). *Estudio sobre los coeficientes cinéticos de filtros percoladores de múltiples etapas, utilizando como medio filtrante piedra volcánica*. Tesis de maestría , Universidad San Carlos, Guatemala.
- Huapaya Cruz, Y. H. (2014). *Como plantear el perfil de tesis en el area de medio ambiente*. Puno.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Perú: Estimaciones y Proyecciones de Población por Departamento, Provincia y Distrito, 2018-2020*. Presidencia de Consejo de Ministros, Lima. Obtenido de <https://n9.cl/q4867>



- Menendez Gutierrez, C., Peres Olmo J. & Garcia Zumalacárregui, J. (2005). *Plantas de tratamiento de aguas residuales municipales mediante filtros percoladores*.
- Mendez Melgarejo, F. V., & Feliciano Muñoz, O. (2010). *Propuesta de un modelo socioeconómico de decisión para la utilización de aguas residuales tratadas en reemplazo de agua limpia en espacios verdes*. Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Obtenido de <https://library.co/document/download/zlnpxlgq?page=1>
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2013). *Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales*. Lima.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2022). *Plan Nacional de Saneamiento 2022-2026*. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Lima. Obtenido de <https://n9.cl/qyw93>
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Manual para municipios ecoeficiente*. Lima. Obtenido de <https://n9.cl/s6p3g>
- Nunez, C. (2022). La contaminación del agua representa una emergencia global en aumento: Esto es lo que hay que saber. *National Geographic*. Obtenido de <https://n9.cl/ry4zi>
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental. (2014). *Fiscalización ambiental en aguas residuales*. Ministerio del Ambiente, Lima. Obtenido de [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
- Organización Mundial de la Salud. (23 de Octubre de 2023). *Saneamiento: Datos y Cifras*. Obtenido de <https://n9.cl/xcl9u>
- Orozco Jaramillo, Á. (2014). *Bioingeniería de aguas residuales: Teoría y diseño* (Vol. Segunda Edición). Colombia : ACODAL.
- Pimiento Prieto, J. H., & De la Orden Hoz, A. (2017). *Metodología de la investigación*. Mexico: Pearson.
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas. (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas residuales: El recurso desaprovechado*. UNESCO, París. doi:978-92-3-300058-2



- Ramalho, R. S. (2003). *Tratamiento de aguas residuales*. Barcelona, España: Reverte, S. A.  
Obtenido de <https://n9.cl/fh1akj>
- Rodriguez, D., Serrano, H., Delgado, A., Nolasco, D., & Saltiel, G. (2020). *De residuo a recurso: Cambiando paradigmas para intervenciones más inteligentes para la gestión de aguas residuales en América Latina y el Caribe*. Washington, DC: World Bank.  
Obtenido de <http://hdl.handle.net/10986/33436>
- Rondon, J. (2010). La contaminación del agua. Obtenido de <https://n9.cl/0uvnte>
- Saldaña, M. R. (2016). Pruebas de bondad de ajuste a una distribución normal. *Revista Enfermería del Trabajo*.
- Sánchez Turcios, R. A. (2015). t-Student. Usos y abusos. *Revista Mexicana de Cardiología*.
- Sanhueza, c., Palma, J., Valenzuela , P., Araneda, O., & Calderón, K. (2011). Evaluación del desempeño geotécnico de suelos volcánicos chilenos como alternativa para su uso como medio filtrante en la depuración de aguas residuales domésticas. *Revista de la construcción*. Obtenido de [dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2011000200007](https://doi.org/10.4067/S0718-915X2011000200007)
- Sheahan, K. (1 de Febrero de 2018). *Las tres formas posibles de comprobar una hipótesis*. Obtenido de Geniolandia : <https://n9.cl/6j34m>
- Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2022). *Diagnóstico de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) en el ambito de las Empresas Prestadoras*. Presidencia del Consejo de Ministros , Lima. Obtenido de <https://n9.cl/ev5yt>
- Torres Andrade, G. F. (2014). *Tratamiento de aguas residuales mediante la combinación de tecnicas avanzadas de oxigenodación y biofiltros*. Universidad las Palmas de Gran Canarias.
- Vargas, A., Calderón, J., Velásquez, D., Castro, M., & Núñez, D. (2020). Análisis de los sistemas biológicos primordiales para el tratamiento de aguas residuales domésticas en Colombia. *Revista Chilena de Ingenieria*, 315-322. Obtenido de <https://n9.cl/a3vy2>



Zabala Carrión , B., Astete Farfán, I., & Churata Quispe, D. (2022). *Patrimonio geológico en la región de Puno*. INGEMMET, Boletín serie I: Patrimonio y Geoturismo N° 11, Lima. Obtenido de <https://n9.cl/b337v>

Zarza, L. (2017). Día mundial del agua: 22 de marzo, 22 razones por las aguas residuales . *Iagua*. Obtenido de <https://n9.cl/q8d93>

## ANEXOS

**CARTA DE AUTORIZACION**

Palca, 10 de Octubre de 2023

Señores : GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS  
Referencia :  
Asunto :AUTORIZACIÓN PARA EJECUCIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Por medio de la presente, le comunico a Ud. que mediante el presente se autoriza a su persona pueda realizar el proyecto de investigación denominado "EVALUACIÓN DEL FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO EN EL DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023". Conforme Resolución Decanal N° 357-2023-D-FICP-UANCV, de fecha 02 de Junio del Presente Año Emitido por la Decanatura de la Facultad de Ingenierías y Ciencias Puras de la Universidad Andina "Néstor Cáceres Velásquez", Para lo cual deberá coordinar con el área correspondiente de esta Municipalidad Distrital de Palca.

Tenga en Consideración la Presente y tome las acciones pertinentes al caso

Atentamente;

MUNICIPALIDAD DISTRITAL PALCA  
  
José Brandy Mamani Huayta  
D.N.I. 42197976  
ALCALDE

70113329

Cel.: 980 822190

Jr. 3 de Octubre S/N - Palca - Lampa - Puno

e-mail: munipalca2326@gmail.com

**GEOTECNIA PUNO EIRL**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

**TESIS** : EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023

**CANTERA** : Parcialidad de Antalla, Distrito de Palca, Lampa **TECNICO:** PERSONAL LABORATORIO

**MUESTRA** : **ROCA, MUESTRA 01** **ING. RESPN. :** ALFREDO ALARCON ATAHUAC

**UBICACIÓN** : Norte: 8312021, Este. 328774 **FECHA:** 08/12/2023

**SOLICITANT** : GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

PIEDRA		
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA
		1
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	367.0
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	168
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm <sup>3</sup>	199.0
D. Peso material seco	g	341.0
E. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	173.0
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	1.714
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	1.844
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	1.971
I. Absorción de agua	%	7.62

**POROSIDAD**

PIEDRA			
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA	
		1	
Contenido de humedad	$w = Ww/Ws * 100$	%	7.625
Relacion de vacios	$e = Vv/Vs$	%	0.150
Porosidad	$n = Vv/VT * 100$	%	13.065
Saturacion	$s = Vw/Vv * 100$	%	100.000
Densidad seca	$Yd = Ws/VT$	g/cm <sup>3</sup>	1.714
Densidad saturada	$Ysat = Wsat/VT$	g/cm <sup>3</sup>	1.844
Densidad del agua	$Yw = Ww/Vw$	g/cm <sup>3</sup>	1.000
Densidad total	$YT = WT/VT$	g/cm <sup>3</sup>	1.844
Peso unitario sumergido	$Y' = Ysat - Yw$	g/cm <sup>3</sup>	0.844

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y ConstrucciónALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81732

**GEOTECNIA PUNO EIRL**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

**TESIS** : EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023

**CANTERA** : Parcialidad Golquerani, Distrito de Palca, Lamp **TECNICO:** PERSONAL LABORATORIO

**MUESTRA** : **ROCA, MUESTRA 02** **ING. RESPN. :** ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

**UBICACIÓN** : Norte: 8317306, Este. 326645 **FECHA:** 08/12/2023

**SOLICITANT:** GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

PIEDRA			
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA	
		2	
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	422.0	
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	189	
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm <sup>3</sup>	233.0	
D. Peso material seco	g	390.0	
E. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	201.0	
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	1.674	
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	1.811	
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	1.94	
I. Absorción de agua	%	8.21	

**POROSIDAD**

PIEDRA			
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA	
		2	
Contenido de humedad	$w = Ww/Ws * 100$	%	8.205
Relacion de vacios	$e = Vv/Vs$	%	0.159
Porosidad	$n = Vv/VT * 100$	%	13.734
Saturacion	$s = Vw/Vv * 100$	%	100.000
Densidad seca	$Yd = Ws/VT$	g/cm <sup>3</sup>	1.674
Densidad saturada	$Ysat = Wsat/VT$	g/cm <sup>3</sup>	1.811
Densidad del agua	$Yw = Ww/Vw$	g/cm <sup>3</sup>	1.000
Densidad total	$YT = WT/VT$	g/cm <sup>3</sup>	1.811
Peso unitario sumergido	$Y' = Ysat - Yw$	g/cm <sup>3</sup>	0.811

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotécnica Consultoría y Construcción

**ALFREDO ALARCON ATAHUACHI**  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP 81782

**GEOTECNIA PUNO EIRL**MECANICA DE SUELOS- PAVIMENTOS - CIMENTACIONES-  
SUPERVISION-PROYECTOS DE INGENIERIA

**TESIS** : EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS  
PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN  
DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023

**CANTERA** : Parcialidad de Suatia, Distrito de Palca, Lampa **TECNICO:** PERSONAL LABORATORIO

**MUESTRA** : **ROCA, MUESTRA 03**

**ING. RESPN. :**

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI

**UBICACIÓN** : Norte: 8314153, Este. 323676

**FECHA:**

08/12/2023

**SOLICITANT:** GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS

**GRAVEDAD ESPECIFICA Y ABSORCION**  
(ASTM C-128)

PIEDRA			
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA	
		2	
A. Peso material saturado superficialmente seca (en el aire)	g	396.0	
B. Peso material saturado superficialmente seca (en agua)	g	178	
C. Volúmen de masa + volúmen de vacíos	cm <sup>3</sup>	218.0	
D. Peso material seco	g	367.0	
E. Volúmen de masa	cm <sup>3</sup>	189.0	
F. Peso Especifico Bulk (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	1.683	
G. Peso Especifico Bulk (base saturada)	g/cm <sup>3</sup>	1.817	
H. Peso Especifico Aparente (base seca)	g/cm <sup>3</sup>	1.942	
I. Absorción de agua	%	7.90	

**POROSIDAD**

PIEDRA			
DISCRIMINACION		N° DE MUESTRA	
		2	
Contenido de humedad	$w=Ww/Ws*100$	%	7.902
Relacion de vacios	$e=Vv/Vs$	%	0.153
Porosidad	$n=Vv/VT*100$	%	13.303
Saturacion	$s=Vw/Vv*100$	%	100.000
Densidad seca	$Yd=Ws/VT$	g/cm <sup>3</sup>	1.683
Densidad saturada	$Ysat=Wsat/VT$	g/cm <sup>3</sup>	1.817
Densidad del agua	$Yw=Ww/Vw$	g/cm <sup>3</sup>	1.000
Densidad total	$YT=WT/VT$	g/cm <sup>3</sup>	1.817
Peso unitario sumergido	$Y'=Ysat-Yw$	g/cm <sup>3</sup>	0.817

**GEOTECNIA PUNO EIRL.**  
Ingeniería de Pavimentos, Geotecnia Consultoría y Construcción

ALFREDO ALARCON ATAHUACHI  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP: 81722



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

## RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

### INFORME N° LCA126

#### I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Gimi Cristian Mamani Ramos  
1.2. **Proyecto** : EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023.

#### II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Agua residual  
2.2. **Numero de muestras** : 02  
2.3. **Muestreado por** : Gimi Cristian Mamani Ramos  
2.4. **Fecha de ensayo** : 14-20/11/2023  
2.5. **Departamento** : Puno  
2.6. **Provincia** : Lampa  
2.7. **Distrito** : Palca  
2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Punto de monitoreo y/o coordenada	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
A – 1	E: 328704 N: 8314828	13/11/2023	9:00 a.m.
E – 1	E: 328706 N: 8314832	13/11/2023	9:05 a.m.

#### III. RESULTADOS

N°	Parámetro	Unidad	A – 1	E – 1
1	Temperatura	°C	16.0	15.9
2	pH	-	7.63	7.56
3	Conductividad eléctrica	µS/cm	1523	1245
4	Demanda química de oxígeno	mg/l	850	330
5	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	474	205

#### IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 13 de diciembre del 2023.

UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca  
CIP: 47790  
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
Ing. Karen Kelly Quispe Quispe  
ASISTENTE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

N°B.E.: 00277341  
Página 1 de 4



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

## RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

### INFORME N° LCA127

#### I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Gimi Cristian Mamani Ramos  
1.2. **Proyecto** : EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023.

#### II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Agua residual  
2.2. **Numero de muestras** : 02  
2.3. **Muestreado por** : Gimi Cristian Mamani Ramos  
2.4. **Fecha de ensayo** : 21-27/11/2023  
2.5. **Departamento** : Puno  
2.6. **Provincia** : Lampa  
2.7. **Distrito** : Palca  
2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Punto de monitoreo y/o coordenada	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
A - 2	E: 328704 N: 8314828	20/11/2023	9:00 a.m.
E - 2	E: 328706 N: 8314832	20/11/2023	9:05 a.m.

#### III. RESULTADOS

N°	Parámetro	Unidad	A - 2	E - 2
1	Temperatura	°C	16.0	16.0
2	pH	-	7.03	6.93
3	Conductividad eléctrica	µS/cm	1328	1149
4	Demanda química de oxígeno	mg/l	800	240
5	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	421	152

#### IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 13 de diciembre del 2023.

UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca  
CIP: 47790  
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
Ing. Karen Kelly Quispe Quispe  
ASISTENTE-LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

N°B.E.: 00277341  
Página 2 de 4



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

## RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

### INFORME N° LCA128

#### I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Gimi Cristian Mamani Ramos  
1.2. **Proyecto** : EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023.

#### II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Agua residual  
2.2. **Numero de muestras** : 02  
2.3. **Muestreado por** : Gimi Cristian Mamani Ramos  
2.4. **Fecha de ensayo** : 28-05/12/2023  
2.5. **Departamento** : Puno  
2.6. **Provincia** : Lampa  
2.7. **Distrito** : Palca  
2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Punto de monitoreo y/o coordenada	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
A - 3	E: 328704 N: 8314828	27/11/2023	9:00 a.m.
E - 3	E: 328706 N: 8314832	27/11/2023	9:05 a.m.

#### III. RESULTADOS

N°	Parámetro	Unidad	A - 3	E - 3
1	Temperatura	°C	16.5	16.4
2	pH	-	7.00	6.85
3	Conductividad eléctrica	µS/cm	1412	1045
4	Demanda química de oxígeno	mg/l	740	180
5	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	342	85

#### IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 13 de diciembre del 2023.

UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"  
  
Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca  
CIP: 47790  
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
E.P. INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
  
Ing. Karen Kelly Quispe Quispe  
ASISTENTE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

N°B.E.: 00277341  
Página 3 de 4



UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL  
LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

## RESULTADO DE ANALISIS - AGUAS

### INFORME N° LCA129

#### I. DATOS DEL SERVICIO

- 1.1. **Solicitante** : Gimi Cristian Mamani Ramos  
1.2. **Proyecto** : EVALUACIÓN DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCÁNICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO Y DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO EN DISTRITO DE PALCA – LAMPA 2023.

#### II. DATOS DEL ENSAYO

- 2.1. **Producto** : Agua residual  
2.2. **Numero de muestras** : 02  
2.3. **Muestreado por** : Gimi Cristian Mamani Ramos  
2.4. **Fecha de ensayo** : 04 -11/12/2023  
2.5. **Departamento** : Puno  
2.6. **Provincia** : Lampa  
2.7. **Distrito** : Palca  
2.8. **Código, ubicación, fecha y hora de muestreo**

Código	Punto de monitoreo y/o coordenada	Fecha de monitoreo	Hora de monitoreo
A - 4	E: 328704 N: 8314828	04/11/2023	9:00 a.m.
E - 4	E: 328706 N: 8314832	04/11/2023	9:05 a.m.

#### III. RESULTADOS

N°	Parámetro	Unidad	A - 4	E - 4
1	Temperatura	°C	16.3	16.2
2	pH	-	7.02	6.80
3	Conductividad eléctrica	µS/cm	1520	1080
4	Demanda química de oxígeno	mg/l	780	210
5	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/l	405	110

#### IV. MÉTODO DE ENSAYO

Los parámetros fueron analizados de acuerdo a las recomendaciones de los Métodos normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales APHA, AWW.WEF.21th ed. 2005

Juliaca, 13 de diciembre del 2023.

UNIVERSIDAD ANDINA  
"NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ"

Mgtr. Ing. Milton Quispe Huanca  
CIP. 47790  
JEFE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL FICP

UNIVERSIDAD ANDINA NÉSTOR CÁCERES VELÁSQUEZ  
E.P. INGENIERÍA SANITARIA AMBIENTAL

Ing. Karen Kelly Quispe Quispe  
ASISTENTE LABORATORIO CALIDAD AMBIENTAL

N°B.E.: 00277341  
Página 4 de 4



ANEXO 1
FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN

AUTORIZACIÓN PARA LA INCORPORACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UANCV

Formato digital [X]

Fecha de entrega: 18/11/2024

1. Datos del autor (es):

Nombres y Apellidos: GIMI CRISTIAN MAMANI RAMOS

Dirección: COM. CHULLUNQUIANI SECTOR ROSASANI

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°: 76437115

Teléfono: 965778787 email: mamaniramoscristian@gmail.com

Nombres y Apellidos:

Dirección:

DNI/Carné de Extranjería/Pasaporte N°:

Teléfono: email:

Facultad y/o Escuela de Posgrado: INGENIERÍAS Y CIENCIAS PURAS

Escuela Profesional o Mención: INGENIERÍA SANITARIA Y AMBIENTAL

Título o Grado Académico a optar: INGENIERO SANITARIO Y AMBIENTAL

Asesor: Mgtr. SALVADOR TEODORO VALDIVIA CARDENAS

Esta obra se encuentra dentro de las siguientes denominaciones:

Trabajo de Investigación [ ] Tesis [X] Trabajo de Suficiencia Profesional [ ] Trabajo Académico [ ]

Título: EVALUACION DE FILTRO PERCOLADOR CON MEDIO FILTRANTE DE ROCAS VOLCANICAS PARA REMOVER DEMANDA BIOQUIMICA DE OXIGENO Y DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO EN DISTRITO DE PALCA - LAMPA 2023

Palabras claves, (3 a 5 términos): Percolador, Bioquímica, Medio Filtrante.

¿Esta obra se desarrolló en la UANCV 1, 2?

1

1 Indicar si su producción intelectual ha empleado recursos tales como, instalaciones, laboratorios, insumos, equipos, bases de datos, asesoría técnica por parte del personal de la UANCV, financiamiento, entre otros relacionados.

2 Si su producción intelectual se desarrolló en la UANCV totalmente o parcialmente, deberá autorizar el depósito en el Repositorio de manera obligatoria.



**2. Referencia de tesis:**

Bachiller     Título     2da Especialidad     Maestría     Doctorado

**3. Licencias:**

**a) Licencia estándar:**

**Bajo los siguientes términos, autorizo el depósito de mi tesis en el Repositorio Digital de la UANCV.**

Con la autorización de depósito de mi producción Intelectual, otorgo a la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” una licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar al público, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público mi producción intelectual (incluido el resumen), en formato físico o digital, en cualquier medio, conocido o por conocerse, a través de los diversos servicios por la Universidad, creados o por crearse, tales como el Repositorio Digital de tesis UANCV, colección de producción intelectual, entre otros, en el Perú y en el extranjero por el tiempo y veces que considere necesarias, y libres de remuneraciones.

En virtud de dicha licencia, la Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” podrá reproducir mi producción intelectual en cualquier tipo de soporte y en más de un ejemplar, sin modificar su contenido, solo con propósitos de seguridad, respaldo y preservación.

Declaro que la producción intelectual es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, coautoría con titularidad compartida, y me encuentro facultado a conceder la presente licencia y, asimismo, garantizo que dicha producción intelectual no infringe derechos de autor de terceras personas.

La Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez” consignará el nombre del y/o los autor(es) de la producción intelectual, y no le hará ninguna modificación más que la permitida en la licencia.

**Autorizo su publicación (marque con una X)**

- Sí, autorizo que se deposite inmediatamente.
- Sí, autorizo que se deposite a partir de la fecha (d/m/a): \_\_\_\_\_
- No autorizo.

**b) Licencia CREATIVE COMMONS 4.0 INTERNACIONAL:**

Si usted concede una licencia CREATIVE COMMONS sobre su producción intelectual, mantiene la titularidad de los derechos de autor de esta y, a la vez, permite que otras personas puedan reproducirla, comunicarla al público y distribuir ejemplares de esta, bajo las condiciones siguientes:

**¿Quiere permitir usos comerciales de su producción intelectual?**

**Sí:** significa que usted permite la reproducción, distribución y comunicación pública de la producción intelectual incluso con fines comerciales.

**No:** significa que usted permite la reproducción, y comunicación pública de la producción intelectual, pero sin fines comerciales.

- Sí autorizo
- No autorizo



### Jurisdicción de su Licencia

Todas las licencias CREATIVE COMMONS son de ámbito mundial, sin embargo, usted puede elegir entre la opción “internacional” o una adaptada a su jurisdicción, como para el caso peruano.

La opción “internacional” emplea el lenguaje y la terminología de los tratados internacionales; en cambio, la adaptada a su jurisdicción, recoge las particularidades de la legislación peruana.

En consecuencia, **la opción “internacional” goza de una mayor eficacia a nivel mundial, gracias a que tiene jurisdicción neutral.** Mientras que la opción adaptada a la jurisdicción del Perú goza de una mayor eficacia ante los tribunales peruanos.

Internacional

Nacional

Línea de investigación: SANEAMIENTO AMBIENTAL – P22

Firma de Autor



huella digital

18 de Noviembre del 2024

Fecha