

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Efectividad de la coagulación del almidón de papa para  
reducción de solidos suspendidos totales de aguas  
subterráneas en Huánuco, 2023”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL**

**AUTOR: Villanueva Valderrama, Jean Frank**

**ASESOR: Gamez Penadillo, Joel**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2024**

# U

# D

# H



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUANUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Biotecnología y nanotecnología

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, tecnología

**Sub área:** Ingeniería ambiental

**Disciplina:** Ingeniería ambiental y geológica

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71959879

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 23018222

Grado/Título: Maestro en ciencias económicas, mención: proyectos de inversión

Código ORCID: 0000-0003-4228-565X

### DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Vásquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biólogo - Microbiólogo	21257549	0000-0001-5596-0445



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 15:00 horas del día 20 del mes de agosto del año 2024, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el Jurado Calificador integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Yasser Vasquez Baca (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 1763-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: "EFECTIVIDAD DE LA COAGULACIÓN DEL ALMIDÓN DE PAPA PARA REDUCCIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES DE AGUAS SUBTERRÁNEAS EN HUÁNUCO, 2023", presentado por el (la) Bach. VILLANUEVA VALDERRAMA, JEAN FRANK, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO, Por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 14 y cualitativo de EXCELENTE. (Art. 47)

Siendo las 16:08 horas del día 20 del mes de AGOSTO del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Camara Llanos  
DNI: 44287920  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Presidente

Mg. Yasser Vasquez Baca  
DNI: 42108318  
ORCID: 0000-0002-7136-697X  
Secretario

Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva  
DNI: 21257549  
ORCID: 0000-0001-5596-0445  
Vocal



## UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: JEAN FRANK VILLANUEVA VALDERRAMA, de la investigación titulada "Efectividad de la coagulación del almidón de papa para reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas en Huánuco, 2023", con asesor JOEL GAMEZ PENADILLO, designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2372-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 24 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 26 de julio de 2024



RICHARD J. SOLIS TOLEDO  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## 25. Villanueva Valderrama, Jean Frank.docx

### INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>24%</b>	<b>23%</b>	<b>5%</b>	<b>9%</b>
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>5%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.lamolina.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.uncp.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>pdffox.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>



**RICHARD J. SOLIS TOLEDÓ,**  
D.N.I.: 47074047  
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



**FERNANDO F. SILVERIO BRAVO**  
D.N.I.: 40618286  
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

## **DEDICATORIA**

A mi madre hermosa, que estuvo en cada momento brindándome su apoyo incondicional, por celebrar cada uno de mis logros como si fueran los de ella, y por su inmenso amor.

A mi padre por brindarme su protección, su amor incondicional y por ser esa persona que a pesar de los problemas siempre se mantuvo de pie.

A mis abuelos que siempre estuvieron pendientes de mí, con su amor y cariño, preocupándose en cada etapa de mi vida.

A mi abuelita Mercedes Jiménez, que ahora goza de la gloria de Dios; siempre ella orgulloso de mi, con su amor infinito. Nunca me olvidare de ti.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por permitirme despertar cada día con salud y ser mi guía en cada momento, poniendo en mi camino a personas maravillosas. Gracias a Dios por cuidar a mis padres y familia.

A la universidad de Huánuco por acogerme y brindarme el conocimiento necesario para desenvolverme en mi carrera profesional, por brindarme el conocimiento necesario.

A mis padres por su apoyo permanente, por darme una educación de calidad, muy buenos principios y valores. Gracias a ustedes soy lo que soy.

# ÍNDICE

DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT .....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	16
1.3. OBJETIVO GENERAL .....	17
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO .....	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
2.1.1. ANTECEDENTES NIVEL INTERNACIONAL.....	19
2.1.2. ANTECEDENTES NIVEL NACIONAL.....	21
2.1.3. ANTECEDENTES NIVEL LOCAL.....	23
2.2. BASES TEÓRICAS.....	25
2.2.1. LA PAPA.....	25
2.2.2. USOS DE LA PAPA.....	28
2.2.3. ALMIDÓN .....	28
2.2.4. EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN DE PAPA.....	29
2.2.5. CARACTERÍSTICAS DEL ALMIDÓN DE PAPA.....	33
2.2.6. PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDÓN DE PAPA...33	

2.2.7. USOS DEL ALMIDÓN DE PAPA .....	36
2.2.8. MARCO NORMATIVO PARA EL AGUA EN EL PERÚ .....	37
2.2.9. MARCO INSTITUCIONAL PARA EL AGUA EN EL PERÚ.....	37
2.2.10. EL AGUA.....	38
2.2.11. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA (ECA) .....	38
2.2.12. AGUA SUBTERRÁNEA.....	41
2.2.13. VENTAJAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	42
2.2.14. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA .....	42
2.2.15. PARÁMETROS FÍSICOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	43
2.2.16. PARÁMETROS QUÍMICOS.....	45
2.2.17. PARÁMETROS BIOLÓGICOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	45
2.2.18. IMPACTOS AMBIENTALES Y A LA SALUD POR CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA.....	46
2.2.19. PROBLEMÁTICAS CON EL AGUA DE POZO .....	50
2.2.20. TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS .....	52
2.2.21. SOLIDOS SUSPENDIDOS EN EL AGUA.....	53
2.2.22. AFINIDAD DE LAS PARTÍCULAS COLOIDALES POR EL AGUA .....	54
2.2.23. PROCESOS Y OPERACIONES DE CLARIFICACIÓN DE AGUAS .....	55
2.2.24. COAGULANTES.....	57
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	61
2.4. HIPOTESIS.....	65
2.4.1. HIPOTESIS GENERAL.....	65
2.4.2. HIPOTESIS ESPECIFICA.....	65
2.5. VARIABLES .....	66
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	66
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE .....	66
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....	67
CAPÍTULO III.....	68
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	68
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	68

3.1.1. ENFOQUE .....	68
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	68
3.1.3. DISEÑO .....	68
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	69
3.2.1. POBLACIÓN.....	69
3.2.2. MUESTRA.....	70
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS....	70
3.3.1. PROTOCOLO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS .....	70
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	74
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	74
3.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO .....	74
CAPÍTULO IV .....	76
RESULTADOS .....	76
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS ESTADÍSTICOS.....	76
4.1.1. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. CONDUCTIVIDAD (UMHO/CM). .....	76
4.1.2. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (MG/L).....	78
4.1.3. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. TURBIEDAD (UNID).....	80
4.1.4. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. COLOR (UCV).....	81
4.1.5. PARAMETRO FISICO – QUÍMICO. TEMPERATURA. ....	83
4.1.6. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. PH. ....	85
4.1.7. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (MG/L).....	87
4.1.8. PARÁMETRO. COLIFORMES FECALES.....	89
CAPITULO V .....	91
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	91
CONCLUSIONES .....	93
RECOMENDACIONES.....	94
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	95
ANEXOS .....	103

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición nutricional de la papa. ....	26
Tabla 2 Contenido de amilosa y amilopectina y grado de polimerización de sustratos.....	30
Tabla 3 Características de los gránulos de almidón de varios alimentos.. ...	30
Tabla 4 Composición químico proximal de almidones.. ....	31
Tabla 5 Composición química, fécula (almidón de chuño). ....	31
Tabla 6 Usos industriales del almidón .....	37
Tabla 7 Categoría 3. Riego de vegetales y bebida de animales.....	40
Tabla 8 Riesgos sanitarios asociados a algunos contaminantes inorgánicos en aguas de abastecimiento. ....	48
Tabla 9 Principales contaminantes microbiológicas del agua.. ....	49
Tabla 10 Bio coagulantes para eliminar la turbidez del agua.. ....	60
Tabla 11 Operacionalización de Variables.....	67
Tabla 12 Coordenadas UTM del pozo.. ....	69
Tabla 13 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	70
Tabla 14 Resultados para el parámetro Conductividad.....	76
Tabla 15 Estadísticas descriptivas - parámetro Conductividad. ....	76
Tabla 16 ANOVA Conductividad.....	77
Tabla 17 Resultados para el parámetro Sólidos Suspendidos Totales. ....	78
Tabla 18 Estadística Descriptiva Sólidos Suspendidos Totales. ....	78
Tabla 19 Resultados para el parámetro Turbiedad. ....	79
Tabla 20 Resultados para el parámetro Turbiedad. ....	80
Tabla 21 Estadística Descriptiva turbiedad. ....	80
Tabla 22 ANOVA Turbiedad. ....	81
Tabla 23 Resultados para el parámetro Color.....	81
Tabla 24 Estadística descriptiva Color. ....	82
Tabla 25 ANOVA Color.....	83
Tabla 26 Resultados para el parámetro Temperatura.....	83
Tabla 27 Estadística descriptiva Temperatura (°C). ....	84
Tabla 28 ANOVA Temperatura. ....	84
Tabla 29 Resultados para el parámetro PH. ....	85
Tabla 30 Estadística Descriptiva PH. ....	85

Tabla 31 ANOVA Ph.....	86
Tabla 32 Resultados para el parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno. 87	
Tabla 33 Estadística Descriptiva Demanda Bioquímica de Oxígeno. ....	87
Tabla 34 ANOVA Demanda Bioquímica de Oxígeno. ....	88
Tabla 35 Coliformes Fecales. ....	89
Tabla 36 Estadística Descriptiva Coliformes Fecales.....	89
Tabla 37 ANOVA Coliformes. ....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Los principales pasos en la extracción del almidón.....	32
Figura 2 Clasificación de los sólidos que constituyen el ARD. ....	54
Figura 3 Esquema de (a) puentes de floculación con polímeros y (b) reestabilización por los polímeros absorbidos.....	59
Figura 4 Diagrama de flujo.....	75
Figura 5 Resultados de Conductividad. ....	77
Figura 6 Resultados de Sólidos Suspendidos Totales. ....	79
Figura 7 Resultados de Turbiedad.....	81
Figura 8 Resultados de Color. ....	82
Figura 9 Resultados de Temperatura.....	84
Figura 10 Resultados de PH.....	86
Figura 11 Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	87
Figura 12 Resultados de Coliformes Fecales.....	90

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Efectividad de la coagulación del almidón de papa para reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas en Huánuco, 2023” tuvo por **objetivo** determinar la efectividad de la coagulación de almidón de papa para la reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas. La **metodología** utilizada fue el test de jarras (coagulación de los sólidos suspendidos totales). Se trabajó a dos concentraciones de 50 mg/l y 100 mg/l y dos repeticiones. Los **resultados** obtenidos luego de aplicar la metodología del test de jarras en los siguientes parámetros físico químicos no se encontró variación en las diferentes concentraciones (50 mg/l y 100 mg/l); siendo el F value 0.32 (ANOVA). De acuerdo a los resultados obtenidos se **concluyó** que el almidón de la papa (*Solanum tuberosum*) de la especie amarilla, no existe variación en las concentraciones estudiadas (50 mg/l y 100 mg/l) para la determinación de la efectividad de la coagulación de los sólidos suspendidos totales.

**Palabras clave:** Coagulación, agua de pozo, sólidos totales suspendidos, turbidez, conductividad, color, temperatura, pH, coliformes fecales, DBO5.

## ABSTRACT

The present research work entitled “Effectiveness of potato starch coagulation for the reduction of total suspended solids in groundwater in Huánuco, 2023” had the objective of determining the effectiveness of potato starch coagulation for the reduction of total suspended solids in groundwater. The methodology used was the jar test (coagulation of total suspended solids). Two concentrations of 50 mg/l and 100 mg/l and two replicates were used. The results obtained after applying the jar test methodology in the following physical-chemical parameters showed no variation in the different concentrations (50 mg/l and 100 mg/l); the F value was 0.32 (ANOVA). According to the results obtained, it was concluded that potato starch (*Solanum tuberosum*) of the yellow species, there is no variation in the concentrations studied (50 mg/l and 100 mg/l) for the determination of the effectiveness of coagulation of total suspended solids.

**Key words:** Coagulation, well water, total suspended solids, turbidity, conductivity, color, temperature, pH, fecal coliforms, BOD5.

## INTRODUCCIÓN

Hoy en día el recurso hídrico es primordial para la existencia de los seres vivos, por tal motivo la sociedad se preocupa por mantener este recurso lo menos contaminado posible y apto para las diferentes actividades humanas, por lo cual innovan distintos métodos para su reducción de turbidez y la reducción de sólidos suspendidos totales.

En el Perú el agua subterránea es un recurso básico para las personas de las zonas rurales alejadas, este recurso hídrico bajo ciertos parámetros se destina para consumo humano, animales o solo para el riego de los campos de cultivo. Según la SUNASS (2023) menciona que la disponibilidad de agua potable en la región de Huánuco solo es del 25%. El acceso al agua potable es primordial para la salud pública y para el desarrollo socioeconómico de las comunidades por ende de las ciudades, ya que la agricultura, industria, ganadería, comercio y la vida cotidiana depende del agua. La contaminación del recurso hídrico cada vez va en crecimiento y se vuelve un problema mayor para la sociedad y el mundo en general.

En la actualidad los compuestos químicos más usados para el proceso de coagulación es el sulfato de hierro y el sulfato de aluminio. El lodo que resulta de estos coagulantes químicos, se considera como peligrosos, por lo que se convierte en un problema ambiental y para la salud humana por contener altos niveles de Aluminio lo cual es tóxico. La razón principal para dudar sobre el empleo de este coagulante (principalmente sulfato de aluminio) es que altas concentraciones de aluminio en el organismo se relacionan con el desarrollo de enfermedades neurodegenerativas. Por eso, se están probando bio-coagulantes (coagulantes de origen natural) como alternativa más eficaz para sustituir a los coagulantes convencionales en el tratamiento

La materia prima propuesta para la reducción de sólidos suspendidos totales del agua subterránea fue el almidón de la papa amarilla, la cual se extrae de los andes peruanos sin ningún proceso invasivo; de esta manera se evitaría usar los productos químicos tales como el sulfato de aluminio para

tratar el agua, teniendo como resultado nuevas formas a costos menores, no dañina para la salud humana y el ambiente.

En el Perú se han realizado investigaciones sobre la aplicación de coagulantes naturales como almidón de *Calathea allouia* (dale dale), determinan que el efecto del almidón natural de *Calathea allouia* es de 22,5 UNT inicial a 2 UNT después de aplicarlo en términos de eliminación de turbidez y 8 Pt/Co inicial a 4.7 Pt/Co después de la aplicación teniendo en cuenta el color (Sayon, 2018). En Ecuador se llevó a cabo un estudio para evaluar los residuos vegetales de papa, yuca, camote y plátano, como coagulantes naturales para el tratamiento de aguas residuales donde concluyeron que el residuo vegetal de plátano fue el mejor coagulante natural (Paca, 2017). Los investigadores encuentran gran interés en los coagulantes naturales, ya que son biodegradables, económicos, provienen de fuentes abundantes y son respetuosos con el ambiente.

El estudio tuvo el objetivo de evaluar la eficacia de un coagulante natural, el almidón de papa, para tratar aguas subterráneas en Huánuco. Muchas personas en la zona no conocen el potencial de este coagulante. Usar el biocoagulante de papa en pozos privados puede beneficiar a quienes carecen de agua limpia, especialmente en pozos con altos niveles de sólidos suspendidos. Es importante destacar que este coagulante solo se utiliza para reducir los sólidos suspendidos y, por lo tanto, el agua tratada solo es adecuada para riego, limpieza o consumo después de análisis y procesos adicionales para cumplir con los estándares de agua potable.

La presente investigación se desarrolló en tres etapas. En primer lugar, se llevó a cabo la obtención del almidón de papa; en segundo lugar se recolecto muestras del agua de pozo y finalmente se realizaron las pruebas de jarra para determinar la eficacia del coagulante. Luego de la evaluación de los parámetros químicos, físicos y biológicos del agua subterránea en las concentraciones de 50 mg/l y 100 mg/l, no se observa variación significativa entre el valor inicial y el valor final.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El agua, se comprende como un bien natural, que se necesita y es importante en diversos fines socioeconómicos y para el buen mantenimiento de los ecosistemas.

El agua es un bienpreciado y tiene una cantidad limitada. La cifra absoluta de agua que se halla comprendida en el planeta Tierra, es de 1.386 millones de kilómetros cúbicos, un porcentaje en 97,5% correspondiente a agua salada y un porcentaje total de 2,5 de agua dulce. De ese 2,5% de agua dulce, el 68,7% se encuentra en forma de hielo y nieve permanente, por lo que no está disponible directamente, el 29,9% corresponde a las aguas subterráneas, y sólo el 0,26% del agua dulce se encuentra en lagos, ríos y arroyos (Momiy *et al.*, 2017).

En Perú, la calidad del agua subterránea suele ser buena, cumpliendo con los estándares legales que se requieren para que sea consumida por las personas como también en actividades agrícolas, acuícolas industriales y pecuarias. Sin embargo, en algunas áreas, especialmente en el sur andino con actividad volcánica reciente, la presencia de Antimonio, Arsénico, Boro, entre otros elementos, así como la actividad minera, pueden afectar la calidad del agua subterránea, requiriendo tratamiento para uso doméstico y riego (Tovar *et al.*, 2006)

En los años setenta, se adoptó tecnologías recientes de tratamiento de agua potable en países latinoamericanos, la cual sería usada por países en vías de desarrollo (Almendarez, 2004), gracias a esto se llegó a conocer la gran importancia de usar biocoagulantes locales lo cual permitiría disminuir parte o la totalidad del consumo de reactivos químicos.

Recientemente en casi todos los procesos de aguas tratadas se emplea coagulantes químicos entre los más conocidos es el FeCl<sub>3</sub> (cloruro férrico) y

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  (sulfato de aluminio) teniendo como fin generar coalescencia de los sólidos que se hayan suspendidos y que no es sedimentable con su propio peso. Para apoyar el tratamiento se adicionan otros agentes químicos. Teniendo en cuenta que se verá alterado el pH por el uso de estos coagulantes, se necesitará agregar más reactivos y así cumplir con el pH de la norma. El lodo que resulta de los coagulantes químicos, por la adición de polímeros sintéticos y alumbres, se consideran como peligrosos.

Mayormente, las PTAP (Plantas de Tratamiento de Agua Potable) para desestabilizar partículas coloidales, utilizan por lo general como un coagulante a sales de aluminio o hierro. En los años 70 se plantea emplear biocoagulantes o coagulante natural para las regiones, con la finalidad de que se reduzca el ingerir químicos. Los coagulantes naturales no se desarrollaron de forma significativa siendo una razón principal el comercio y la utilización de polímeros sintéticos para tratar las aguas con algunos procesos, como coagulantes primarios o apoyo en la floculación, para lo cual no se consideró que dichos bienes serían alterados negativamente en el proceso de conseguir monómeros o distintos agentes tóxicos, principalmente es la acrilamida y estas podrían reaccionar con agentes que se agregan al agua en medio del proceso de tratamiento, como ozono o cloro, generando agentes dañinas para los humanos, los cuales con el tratamiento convencional no pueden ser removidas, antes de llegar al consumidor. (Suyón, 2018).

Aunque emplear coagulantes químicos son usados frecuentemente dentro del proceso unitario para la coagulación, principalmente se consideran al sulfato de aluminio y al cloruro férrico, cuyos tienen un uso durante procesos de reducción para contaminadores del recurso hídricos, ya que dichos mecanismos para el tratamiento de aguas son efectivos, sin embargo, presentan muchos inconvenientes como costos de obtención, lodos voluminosos y afectación en el pH del agua previamente procesada.

Usar biocoagulantes se realiza en distintos países y esto se debe a la posición económica que se encuentre el país actualmente. Este coagulante además de ser económicamente fácil de conseguir, es aplicable en lugares con escases de agua, medios tecnológicos y fuente eléctrica. Cabe mencionar

que el empleo de este tratamiento es muy sencillo, ya que se emplea almidón o semillas de distintas plantas (Romero, 2019).

Los polímeros de origen natural u orgánicos entre las diferentes propiedades que presentan, una de ellas es la alta viabilidad para la formación de geles, debido a que presentan una estructura molecular compleja y a una gran capacidad de hidratación (hasta un 80% de incremento de peso); la razón de la retención de iones metálicos es la alta idoneidad complejante; gran potencial biodegradantes, a diferencia de otros compuestos coagulantes sintéticos; con una reducida concentración de tóxicos en polímeros naturales por lo que se les da uso en muchos casos como aditivos o alimentos en diferentes productos (Herrera, 2015).

Existe diversos biocoagulantes (papa, cactus, maíz, trigo y yuca) las cuales fueron usados en la clarificación del agua, que hasta la actualidad existe una gran gama de productos que fueron estudiados en el mundo, y principalmente el Perú posee gran productividad de papa.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es la efectividad de la coagulación del almidón de la papa para la reducción de solidos suspendidos totales de aguas subterráneas?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es la concentración óptima del almidón de papa para la reducción de solidos suspendidos totales de aguas subterráneas?
- ¿Cuáles son los parámetros físicos del agua subterránea antes y después de la coagulación con diferentes concentraciones de almidón de la papa?
- ¿Cuáles son los parámetros químicos del agua subterránea antes y después de la coagulación con diferentes concentraciones de almidón de la papa?

- ¿Cuáles son los parámetros biológicos del agua subterránea antes y después de la coagulación con diferentes concentraciones de almidón de la papa?

### **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Determinar la efectividad de la coagulación de almidón de papa para la reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas.

### **1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar la concentración óptima del almidón de papa para la reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas.
- Evaluar los parámetros físicos de las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.
- Evaluar los parámetros químicos las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.
- Evaluar los parámetros biológicos las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.

### **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El agua es un bien esencial en funciones domésticas, industriales y agrícolas. Por medio de la PNUD (Programa Naciones Unidas para el Desarrollo), la escasa cantidad de agua potable a nivel en todo el mundo, es reflejada en más de 1.100 millones y en 31 países son afectados por su escasez de este recurso y dos de cada cinco humanos no tienen un sistema adecuado de saneamiento.

Gracias a eso, este estudio se enfocó en hacer una evaluación respecto a la efectividad de un coagulante natural usado para dar tratamiento a las aguas subterráneas debido a que en Huánuco las personas desconocen

sobre el gran potencial de coagulante natural que se encuentra en el almidón de la papa y los beneficios que tiene al utilizarlo.

Al utilizar el biocoagulante extraído de la papa en un pozo privado, traerá beneficios a aquellas personas que carecen de agua y como consecuencia extraen agua de un pozo en el cual los sólidos suspendidos o nivel de turbidez son altos. Cabe recalcar que este biocoagulante solo se usa para la disminución de sólidos totales suspendidos del agua, y por esto es que el agua solo podría ser utilizado para riego de plantas ornamentales, para limpieza o para beber previo análisis de parámetros o pase por otros procesos para que cumpla con los parámetros del ECA para agua potable.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente proyecto de investigación se realizó en la ciudad de Huánuco; sin embargo, se tuvo las siguientes limitaciones:

Acceso limitado al pozo subterráneo de donde se obtuvo las muestras, debido a que es de propiedad privada; sin embargo, se realizaron los permisos correspondientes debido a que las muestras obtenidas fueron para fines de investigación.

Limitaciones al uso del laboratorio; debido a que se debió realizar en los laboratorios de la Universidad de Huánuco; no obstante, se realizaron los trámites administrativos correspondientes para la obtención del permiso. Además que el laboratorio no contaba con el equipo adecuado.

## **1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Esta investigación fue viable puesto que el investigador tuvo los medios materiales, económicos y humanos, para que se efectuó el proyecto de tesis. Asimismo el tema en estudio conto con una amplia información el cual facilito el desarrollo del proyecto de tesis.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES NIVEL INTERNACIONAL

Cainaba y Delgado (2020), en su tesis titulada “Determinación de la efectividad como coagulante a partir de almidón de papa criolla (*Solanum phureja*) en la clarificación de aguas en muestras sintéticas”, Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogotá, tuvieron como objetivo el determinar la efectividad del almidón de papa natural como coagulante para la clarificación de agua utilizando muestras sintéticas mediante pruebas de jarra. En la metodología se realizó pruebas de jarra para la determinación de efectividad del almidón derivado de la pulpa de papa criolla para turbiedades de 801, 614, 395 y 214 NTU. También fue variado el pH creando un buffer de pH 5 con una turbidez de 6, 7 y 8 cada uno. Como resultado se halló una eficiencia del 98.7% respecto a la extracción de almidón de pulpa con un lote de 20 ml, una turbidez inicial de 801 NTU y una turbidez final de 10.44 NTU. Como conclusión, la señal de eficacia más alta se mostró en pruebas efectuadas en agua turbia sintética con una solución realizada con el buffer de pH 5.

Padilla y Zárate (2020), en su tesis titulada “Determinación de las características coagulantes del almidón de papa (*Solanum Tuberosum*) y de la tuna (*Opuntia ficus-indica*) para remoción de turbidez en el proceso de tratamiento de aguas superficiales”, Universidad de Guayaquil, Ecuador, tiene como objetivo evaluar la eficiencia de un coagulante orgánico obtenido a partir de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) y mucílago de tuna (*Opuntia ficus-indica*), con la intención de reemplazar coagulantes metálicos convencionales en el tratamiento de aguas superficiales. Para la metodología, se recolectaron muestras de acuerdo con las normas INEN 2 169:1998 e INEN 2 176:2013. Se llevaron a cabo análisis fisicoquímicos y microbiológicos antes y después de aplicar la mezcla de coagulante y floculante natural. El proceso para

producir el coagulante de tuna incluyó varias etapas: selección, lavado, pelado, corte, secado, molienda, tamizado, extracción sólido-líquido, secado y pulverización. El almidón de papa se trató con 400 mg de hidróxido de sodio para facilitar la gelatinización y liberar amilosa y amilopectina. Durante las pruebas de jarra, se aplicaron distintas dosis de las soluciones preparadas a las muestras. Los resultados mostraron que una dosis de 5 mg/L de mucílago de tuna combinada con 1,25 mg/L de almidón de papa resultó en una turbidez final de 0,926 NTU y un color de 9 Pt/Co, logrando una reducción del 96,29% en turbidez y del 96,06% en color. El pH final fue de 6,36. En conclusión la eliminación de coliformes fecales alcanzó el 92,18%.

Romero (2019), en su tesis “Evaluación de la utilización del almidón de papa, yuca y banano como bio coagulantes para el tratamiento de aguas de una industria láctea”, Universidad de las Américas, Ecuador, tiene como objetivo analizar cuál es la aplicación del almidón de papa, yuca y plátano como bio coagulante en el proceso de tratar las aguas residuales de una industria láctea. En la metodología se realizó mediante la medición de los parámetros de DQO y DBO<sub>5</sub>. Como resultado, priorizando la DQO, trata el agua residual con coagulante hecho de plátano a una dosis de 2ml y con un total de 72.2 de porcentaje de supresión y la DBO<sub>5</sub> generó un porcentaje más preferible en eliminación con coagulante de papa 97.6% con dosis de 2ml y 6ml. En cambio, se ejecutó un diseño porcentual para comparar el uso de coagulantes químico con coagulantes orgánicos; el mejor fue el 75% de sulfato de aluminio y el 25% de coagulante natural; con este tratamiento dio un mejor resultado el plátano con una remoción de turbidez del 91,3%. En conclusión, el uso de tres almidones diferentes como único coagulante en el primer experimento no fue tan efectivo para eliminar la turbidez, pero fue más efectivo para reducir la DQO y eliminar la DBO<sub>5</sub>.

## 2.1.2. ANTECEDENTES NIVEL NACIONAL

Huaringa y Vilcarano (2019) en su tesis Efectividad del coagulante obtenido de residuos de papa (*solanum tuberosum*) en la turbidez para la potabilización del agua, Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo - Perú, tuvieron como objetivo principal la evaluación de la eficiencia en remover la turbiedad del agua utilizando bio coagulante adquiridos de los residuos de la papa (*Solanum tuberosum*) en el tratamiento de agua. Según la metodología, se tomaron 3 muestras en el laboratorio, las cuales fueron tomadas en diferentes días en el embalse principal del distrito Leonor Ordóñez - Jauja, las cuales se midieron 4 distintas concentraciones según el diseño de la prueba de jarra, las cuales se utilizarán después para una mezcla con muestra de agua expuso durante un mínimo tiempo a alta velocidad; Para consolidar la mezcla luego se redujo la velocidad por un tiempo promedio y finalmente se tomaron las muestras del equipo, dejándolas reposar por un tiempo considerable, con el fin de verificar los resultados de nuestra investigación, las muestras se tomaron luego del tratamiento. un laboratorio certificado, en apoyo del análisis. Se alcanzaron los resultados de medir la turbidez de diversas muestras, de las cuales puede concluirse que se logró el objetivo respectivo en esta tesis, usando la prueba de Jarras, con dos niveles de tiempo y cuatro distintas concentraciones; y la concentración óptima es de 25 mg / L (ppm), la turbidez es de 26.5 NTU en la muestra original, con agitación a una turbidez de 5.25 NTU, que corresponde a la tasa de eliminación más alta de 80.19% en este estudio.

Orosco (2020) en su tesis titulada “Remoción de turbidez y SDT, aplicando almidón de yuca y papa en el agua de quebrada Rumiyacu 2020, Universidad Cesar Vallejo, Tarapoto – Perú, en la cual El objetivo del estudio es evaluar el potencial del almidón de yuca (*Manihot utilissima*) y la papa canchan (*Solanum tuberosum*) para mejorar la calidad de la turbidez y los sólidos disueltos totales (SDT) del agua de la quebrada Rumiyacu. La metodología incluyó un pre-test realizado en dos puntos de muestreo. Los tratamientos se llevaron a cabo mediante

pruebas de jarras con diferentes dosis de almidón de yuca y papa, con agitación a 40 rpm durante 15 minutos y sedimentación de 20 minutos para el punto de muestreo 1. Para el punto de muestreo 2, se usó agitación a 60 rpm durante 15 minutos y el mismo tiempo de sedimentación. Luego, se realizó un post-test a cada prueba de jarra. Los resultados mostraron que en el M1 del almidón de yuca, con agitación a 40 rpm durante 15 minutos y sedimentación de 20 minutos, no se lograron mejoras en la remoción ni en la eficiencia de turbidez y SDT. Sin embargo, en el M2 del almidón de papa, bajo las mismas condiciones, se observó una remoción de turbidez y eficiencia en el tratamiento P4, así como en los SDT. Para el punto de muestreo 2, con agitación a 60 rpm durante 15 minutos y el mismo tiempo de sedimentación, el M3 de almidón de yuca no mostró resultados favorables en la remoción de turbidez ni en la eficiencia, aunque sí hubo remoción y eficiencia en pH y SDT. En contraste, en el M3 de almidón de papa, se evidenció eficiencia y remoción de turbidez solo en el tratamiento P6, además de una remoción eficiente en los SDT. En conclusión, el almidón de yuca en el M1, con agitación a 40 rpm durante 15 minutos y sedimentación de 20 minutos, no mostró eficiencia en la remoción de turbidez ni de SDT. En cambio, el almidón de papa en el M2, bajo las mismas condiciones, demostró una eficiencia de -11% en la remoción de turbidez, como se observó en el tratamiento P4, y también mostró eficiencia en la remoción de pH y SDT en todo el tratamiento.

Suarez y Rosas (2020) en su tesis “Aplicación de superficie de respuesta en la eficiencia de remoción de turbidez de agua empleando almidón de *Dioscorea bulbifera* y *Musa paradisiaca*: una revisión”, Universidad Peruana Unión, Lima -Perú, donde tuvieron como objetivo es la coagulación-floculación como proceso principal de clarificación del agua, ya que elimina la materia en suspensión que causa turbidez. Por tal motivo, para la metodología de esta tesis, presenta un resumen de 17 estudios que usan plátano y papa como almidón lo cual es un coagulante natural, y 5 estudios que utilizan la Metodología de Superficie de Respuesta (RSM). Diez estudios informaron resultados de eliminación

de turbidez cercanos a 10 NTU e inferiores, que dependen de la concentración (1%), la dosis de coagulación (50 mg / L) y los valores de pH de 3-6 (almidón de plátano a 5-8. almidón). Por otro lado, 5 estudios muestran que el uso de MSN permite mejorar los parámetros que son usados en medio del procedimiento de la coagulación-floculación. En conclusión, las observaciones muestran que el almidón de la papa y del plátano es eficiente para eliminar la turbidez, y las papas alcanzan valores de turbiedad final más bajos que los plátanos.

### **2.1.3. ANTECEDENTES NIVEL LOCAL**

Duran (2021) en su tesis “Efecto de penca de tuna (*opunta ficus indica*) con semilla de moringa (*moringa oleifera*) como coagulante natural para disminuir la turbidez del agua en el reservorio de la Jass del Centro Poblado De Vichaycoto, Huánuco – 2021”, Universidad de Huánuco, Huánuco – Perú, donde tuvieron como objetivo la evaluación de la efectividad de las hojas de nopal (*Opunta ficus indica*) y semillas de moringa oleifera (*Moringa oleifera*) como coagulantes naturales para reducir la turbiedad del agua en el embalse de JASS en el centro poblado Vichaycoto - Huánuco - 2020. Para la metodología de este trabajo, el agua se tomaron muestras del depósito JASS en Vichaycoto -Huánuco, antes y después del tratamiento con coagulantes naturales de hojas de penca de tuna y semillas de moringa. Los resultados en la investigación demuestran que la turbidez del agua extraída del reservorio de la JAAS, se redujo significativamente al añadir las concentraciones de coagulante natural (Penca de Tuna y Moringa) logrando alcanzar la reducción de la turbidez al utilizar ambas especies juntas. Como conclusión en la Moringa, mientras tenga una menor concentración, será mayor su reducción de turbidez, lo cual es opuesto a lo que sucede con la Penca de Tuna. Y si se usan estas dos especies de manera conjunta, se logra una mayor reducción de la turbidez en un total de 97 %.

Ruiz (2022) en su tesis “Modelamiento a partir de superficie de respuesta en la optimización de la remoción de turbidez del agua a nivel de laboratorio – UNAS, 2020”, Universidad Nacional Agraria de la Selva,

Tingo Maria – Perú, donde tuvieron como objetivo modelar a partir de superficie de respuesta en la optimización de la remoción de turbidez del agua a nivel de laboratorio, para la metodología se simuló con el caolín, y se determinó la concentración óptima de alúmina y sábila (1%) a valores diferentes de pH y turbidez iniciales, con los datos resultantes se optimizó las dosis mediante el modelo matemático de superficie de respuesta para después realizar su respectiva validación mediante métodos gráficos e índices matemáticos. Los resultados demostraron que la turbidez al inicio, el pH al inicio y la dosis del coagulante tienen una influencia de manera significativa durante el proceso de eliminación de turbidez del agua, en modo particular. Como conclusión en respecto al prototipo de superficie de respuesta, el volumen óptimo de sábila al 1% logra una mayor eficacia a 0,1 mL y 0,4 mL por cada 500 mL, una dosis la cual es variada según su pH y la turbidez de inicio, este prototipo matemático está ajustado y regulado para las aguas superficiales que corresponden a la ciudad de Tingo María.

Villanueva (2020) en su tesis “Optimización en la eliminación de la turbiedad utilizando el método Taguchi en aguas residuales de lavado de autos Mi Kahomy, mediante el módulo de electrocoagulación asistida con PoAs, distrito Amarilis - provincia Huánuco – 2020”, Universidad de Huánuco, Huánuco – Perú, donde tuvo como objetivo determinar la optimización de la eliminación de la turbiedad utilizando el método Taguchi mediante el módulo de electrocoagulación asistida con POAs en aguas residuales de lavado de autos Mi Kahomy, para la metodología se llevó a cabo en un módulo de tipo batch re circulante (electrocoagulación/ozono/rayos ultravioleta), con el objetivo de optimizar la reducción de la turbiedad para ello se utilizó la metodología Taguchi, se estudiaron cinco factores: voltaje, tiempo de tratamiento, pH, espacio entre electrodos y flujo de alimentación cada uno de ellos con 4 niveles operacionales. Los resultados demostraron que si es empleada tecnología, entonces se logra una optimización con respecto a la disminución de la turbiedad llegando a un total de 98.93%, las cuales se trabajan en condiciones operacionales de voltaje (10 V), la duración del

tratamiento (50 min), pH (5), distancia entre electrodos (1 cm) y flujo de alimentación (6 L/M), además se obtuvo una reducción de la DQO (61.53%), DBO5 (44.23%), A y G (95.81%) y SAM (70.28%), elevando la biodegradabilidad de 0.152 a 0.22. Como conclusión se logró optimizar la suspensión de turbiedad haciendo uso del método Taguchi en aguas residuales de la máquina de lavado de autos Mi Kahomy, mediante el módulo de electrocoagulación asistida con Procesos de oxidación avanzada, Se encontró que las condiciones de operación del módulo para optimizar la reacción fueron las siguientes: voltaje 10 V, duración de tratamiento 50 min, pH 5, distancia entre electrodos 1 cm, caudal de alimentación 6 L/M. Esto resultó en una reducción de turbidez del 98,93%.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. LA PAPA**

El Instituto de Investigación y Desarrollo en Comercio Exterior de la Cámara de Comercio e Industria de Lima (IDEXCAM) afirma que la papa *Solanum tuberosum* es un tubérculo que se domesticó por primera vez en las montañas de los Andes de la sierra boliviana del Perú hace unos 10.000 años y luego trasladado a Europa por conquistadores españoles. Hoy en día existen alrededor de 5,000 variedades de papa y en el Perú se cultivan más de 3,000 variedades aproximadamente, que tienen una diversidad de colores, formas y tamaños. (IDEXACM, 2018)

La papa surge debajo de la tierra, además de esto contiene las sustancias de la planta. Aunque las condiciones de cultivo varían según las variedades, las papas, por lo general, se cultivan en terrenos de tipo arenoso que tengan altos niveles de humus. (IDEXACM, 2018)

#### **2.2.1.1. TAXONOMÍA**

La Papa, según Cainaba y Delgado (2020)

- División: Angiosperma
- Clase: Dicoiledónea

- Subclase: Metaclamideas
- Orden: Tubiflores
- Familia: Solanaceae
- Género: Solanum
- Subgénero: Papa
- Sección: Petota
- Subsección: Papa
- Serie: Tuberosa

### 2.2.1.2. COMPOSICIÓN DE LA PAPA

Las papas son esenciales originadores de almidón, proteínas de calidad alta, B6, carbohidratos, además de potasio. Seguido a esto, representa una fuente de antioxidantes e integra a altas cantidades de ácido clorogénico y de vitamina C, suyos son esenciales para la regulación de la grasa corporal. Las papas que contienen pulpa amarilla son exquisitas en zeaxantina y en luteína, que intervienen en las prevenciones de enfermedades, por otro lado, las papas que contienen una pulpa roja o morada son exquisitas en antocianinas.

La papa tiene un gran contenido de carbohidratos (16-20%) siendo el almidón el principal de estos (Burgos & Stef de Hann, 2019).

**Tabla 1**

*Composición nutricional de la papa*

Nutriente	Cantidad	Nutriente	Cantidad
Energía	96 a 123 Kcal	Magnesio	16 a 40 mg
Almidón	16 a 20 g	Hierro	0.29 a 0.7 mg
Proteína	1.76 a 2.95 g	Zinc	0.29 a 0.48
Lípidos	0.1 a 0.5 g	Vitamina C	7.8 a 20.6 mg
Fibra dietaría	1.8 g a 2.1 g	Vitamina B6	0.299 mg
Potasio	1.5 a 13.8 g	Ácido Clorogénico	19 a 399 mg
Fosforo	42 a 120 mg	Glicoalcaloides	0.7 a 18.7 mg

*Nota:* Esta tabla muestra los componentes nutricionales de la papa por cada 100g. Tomado de Burgos y Stef de Hann, 2019.

### **2.2.1.3. PORCENTAJES DE ALMIDÓN DE UNA PAPA SEGÚN VARIEDAD**

Según Aguilar (2016) con respecto al porcentaje contenido sobre almidón de papa y la gravedad específica, los resultados son los siguientes: 1,2850 gramos de almidón de papa amarilla tienen un contenido de 85,10%; 1097 gramos de papa blanca tienen un contenido de almidón de 75.81% y 1.241 gramos de papas compuestas tienen un contenido de almidón de 84.50%, 1.107 gramos de papa peruanita se componen de un total de 78% de almidón y 1.1023 gramos de huamantanga contienen 77.86% de almidón.

Para IDEXCAM (2018), la papa amarilla es una variedad representativa de los Andes centrales. Contiene una pulpa de color amarillo intenso y posee un contenido elevado de materia seca (32.2%).

Papa amarilla o Runtus, según el Centro Internacional de la Papa (CIP), y la Federación Departamental de Comunidades Campesinas (FEDECH), 2006:

- Nombre común: Runtus (LI, DM, PU)
- Sinónimos: Amarilla (HC, TA), Runtusa (AL), Qillu Runtus (VH, PO)
- Etimología: Runtus significa huevo y hace referencia a la forma del tubérculo y al color amarillo yema de huevo de la pulpa.
- Significado: Huevo
- Especie: *Solanum goniocalyx*

## **2.2.2. USOS DE LA PAPA**

### **2.2.2.1. PAPA DESTINADA AL MERCADO**

Además de ser usado como complemento nutricional y preparación de alimentos, estos tubérculos también son utilizados el rol de materia prima para alimentos procesados. A manera similar, el almidón y otros aditivos son utilizados por la industria para diferentes propósitos (Centro Internacional de la Papa, 2017).

### **2.2.2.2. PAPA RESIDUAL**

Las papas sobrantes son consideradas porciones que no cumplen con las peculiaridades requeridas exigidas por el mercado, tales como la madurez, el tamaño, su condición y textura. Entonces, por lo general se puede descartar como puede ser utilizada de alimento en ganados o también pueden ser dejadas en las zonas de cultivos (Centro Internacional de la Papa, 2017).

## **2.2.3. ALMIDÓN**

El almidón es considerado como origen de energía con alto porcentaje porque es de origen congénito y se obtiene producto de una variedad de hierbas.

El almidón es un polímero de concentración de glucosa con medida de átomos de O, H y C de 6: 10: 5 y se encuentra de manera granular en tubérculos, raíces y semillas. La forma y el tamaño del gránulo varía con el grano (Tabla 2) (Reyes & Guevara, 2018).

### **2.2.3.1. COMPONENTES DEL ALMIDÓN**

El almidón no es un producto uniforme, la mayoría de los almidones contienen dos polímeros: amilosa y amilopectina que se encuentran en proporciones diferentes en los granos (Tabla 3). La amilosa es un polímero lineal el cual contiene un total de 6000 unidades de glucosa con enlaces  $\alpha$ - 1,4; algunas de sus

ramificaciones contienen de 3 a 20 cadenas de glucosa. Por otro lado, la amilopectina tiene una estructura altamente ramificada; ésta consiste en cadenas cortas de amilosa conectada con enlaces  $\alpha$ - 1,6. (Mendoza, *et al.*, 2017).

### **2.2.3.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ALMIDÓN**

El agua normal de hidratación del almidón se encuentra en el carbono 6 del residuo de glucosa y su composición química varía según la fuente y el método de extracción, el proceso de secado y la humedad relativa del medio. El contenido de humedad de los gránulos de almidón es del 10 al 12 % para los cereales y del 14 al 19 % para los almidones de tubérculos y raíces. Un mayor contenido de humedad puede causar daño microbiano y reducir la calidad del polímero. En la tabla 4 se muestra como todos los almidones contienen pequeñas cantidades de proteínas, lípidos, fósforo y trazas de materiales inorgánicos (Soto & Yantas, 2012).

Soto & Yantas (2012) señalan que en las tablas peruanas de composición de alimento del Instituto Nacional de Salud en el 2009, la harina de papa tiene una energía 332 Kcal., energía 1389KJ., humedad 10,9 g., proteína 6,4 g., grasa total 0,4g., carbohidratos totales 77,1g., carbohidratos disponibles 71,2g., fibra cruda 2,3g., fibra dietaría 5,9g., y cenizas 5,2 (Ver tabla 5).

### **2.2.4. EXTRACCIÓN DEL ALMIDÓN DE PAPA**

El almidón se puede obtener utilizando diferentes metodologías de acuerdo a las materias primas de las que se extraiga y según del tipo de compuestos que lo estén acompañando (Melian, 2010).

La generación de almidón es llevada a cabo especialmente por medio de la papa, el trigo, la mandioca y el maíz. En algunos casos, por ejemplo en la papa, los gránulos de almidón se encuentran libres en el interior de las células, de tal modo que su aislamiento es un proceso sencillo; en otros casos como ocurre en los cereales, el almidón se

encuentra en el endospermo contenido en una matriz proteica y por ello su extracción es algo más difícil (Melian, 2010).

**Tabla 2**

*Contenido de amilosa y amilopectina y grado de polimerización de sustratos*

<b>Nutriente</b>	<b>Amilosa %</b>	<b>Amilopectina %</b>	<b>GP Amilosa</b>	<b>GP Amilopectina</b>
Maíz	28	72	800	2 000 000
Papa	21	79	3000	2 000 000
Trigo	28	72	800	2 000 000
Yuca	17	83	-	2 000 000
Maíz	0	100	-	2 000 000
Sorgo	28	72	-	-
Arroz	17	83	-	-

*Nota.* **GP**=Grado de polimerización. Tomado de Mendoza, et al.,2017.

**Tabla 3**

*Características de los gránulos de almidón de varios alimentos*

<b>Fuente</b>	<b>Almidón, %</b>	<b>Tipo</b>	<b>Diámetro del granulo, um</b>	<b>Forma</b>
Maíz	71	Cereal	3-26	R, P
Papa	82	Tubérculo	5-100	O, S
Trigo	74	Cereal	2-35	R, L
Yuca	77	Raíz	4-35	O, S
Maíz	71	Cereal	3-26	R, P
Sorgo	75	Cereal	3-8	P, A
Arroz	89	Cereal	3-8	R, D

*Nota.* **R:** redondo; **P:** poligonal; **O:** Oval; **S:** esférico; **L:** lenticular; **T:** truncado; **A:** angular, tomado de Mendoza, et al.,2017.

**Tabla 4***Composición químico proximal de almidones*

<b>Fuente</b>	<b>Humedad</b>	<b>Lípidos</b>	<b>Proteínas</b>	<b>Fosforo</b>	<b>Cenizas</b>
Maíz	13	0.6	0.35	0.015	0.1
Papa	19	0.05	0.06	0.1	0.4
Trigo	14	0.8	0.4	0.06	0.15
Yuca	13	0.1	0.1	0.01	0.2
Maíz céreo	13	0.2	0.25	0.007	0.07
Sorgo	13	0.7	0.3	0	0.08
Arroz	0	0.8	0.45	0.003	0.5
Sagú	0	0.1	0.1	0.02	0.2
Amilo- maíz	13	0.4	0	0.07	0.2
Camote	13	0.05	0	0	0.1

*Nota.* Determinado a una humedad relativa del 65% y Estimado de acuerdo al % de nitrógeno x 6.25. Tomado de Soto & Yantas, 2012.

**Tabla 5***Composición química, fécula (almidón de chuño)*

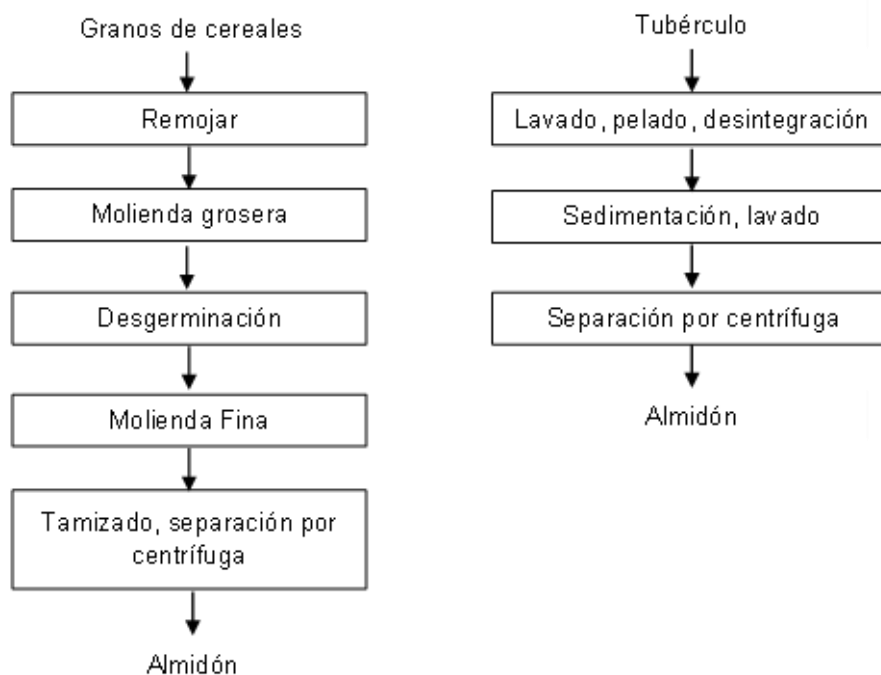
<b>Energía Kcal</b>	<b>Agua g</b>	<b>Proteína g</b>	<b>Grasa g</b>	<b>CHOS g</b>	<b>Fibra g</b>	<b>Ceniza g</b>
347	13.8	0.4	0.3	85.1	0.1	0.4

*Nota.* Cantidad contenida en 100g de papa. Tomado de Soto & Yantas, 2012.

La extracción de almidones de cereales es relativamente difícil debido a su alto contenido en proteínas y grasas, los cuales deben ser eliminados. Sin embargo la extracción de almidón de tubérculos de papa es relativamente sencilla debido a la estructura del tejido y su bajo contenido en proteínas y grasas. En la Figura 1 se presenta los principales procedimientos para la extracción de almidones de cereales y tubérculos (Peña, 2017).

**Figura 1**

*Los principales pasos en la extracción del almidón*



*Nota.* La imagen corresponde a los pasos para la extracción de almidón de granos de cereales y tubérculos. Tomado de Peña (2017).

Según Vera y Chavarría (2020) en su investigación usaron la metodología propuesta por Aristizábal y Sánchez (2007), la cual consiste en lavar los tubérculos, pelados y cortados en finas rodajas, las cuales se trituran en una licuadora. Seguido a esto, el producto que es obtenido, pasa a un proceso de filtración usándose como apoyo un lienzo, siendo que se realizan repetidos lavados de la pulpa con agua destilada haciendo posible que se retire las partículas de almidón hasta que el líquido cobre claridad. Este proceso se continua con la sedimentación de lavados cuya duración es de 4 horas, y se acontece un desprendimiento entre la pasta que resulto de esto y el agua que está presente, siendo sometido a un secado en estufa en un total de 24 horas con una temperatura de 48°C; por último, es molido el almidón sobrante en un molino usado de manera manual, seguido este es almacenado en bolsas caracterizadas por contener un cierre hermético de polipropileno que cuenta con calibre de 0,002 m para cuyo fin es necesario que se realice en un ambiente seco.

### **2.2.5. CARACTERÍSTICAS DEL ALMIDÓN DE PAPA**

El almidón de papa contiene particularidades, cuales son reconocidas por contener un alto porcentaje de fósforo, mucha viscosidad, su hinchamiento es elevado, presenta una baja tendencia a la retrogradación tiene una elevada claridad del gel, y tiene un enorme tamaño granular. La elevada calidad del almidón de papa se es atribuido por una parte a su considerable tamaño de granulo, a su manera de distribución, al mineral que contiene, el vínculo amilosa/amilopectina y una alta contención de ésteres de fosfato de almidón. Para el almidón de papa promediamente, la medida del gránulo tiene una variación de 1 a 20  $\mu\text{m}$  con respecto a pequeños gránulos, y entre 20 a 110  $\mu\text{m}$  en gránulos que son extensos. Según se entiende, el nivel de varianza sobre la estructuración de gránulos de almidones por sembrar resulta elevado en las papas en contraste con diversos originadores botánicos de almidón. Curiosamente, los pequeños gránulos de almidón de papa son esféricos o de forma oval, pero los grandes son generalmente elipsoidales a cúbicas o de forma irregular. (Peña, 2017)

Las propiedades físico-químicas como la transparencia de la pasta de almidón, la digestibilidad de las enzimas, el contenido de amilosa y la capacidad de hinchamiento están significativamente relacionadas con el tamaño de los gránulos de almidón que se obtienen de distintos cultivares de papa (Peña, 2017).

### **2.2.6. PROPIEDADES FUNCIONALES DEL ALMIDÓN DE PAPA**

El almidón es muy utilizado en la industria alimentaria debido a sus propiedades tales como su baja temperatura de gelatinización y su baja tendencia a la retrogradación. (Vargas, *et al.*, 2016)

Para lograr tener sus propiedades funcionales en productos que contengan almidón, el tratamiento térmico es necesario para muchos productos alimentarios, y demás aplicaciones industriales. Los geles de almidón formados tras el calentamiento en exceso de agua, refrigeración

y almacenamiento implican varias transiciones de fase, tales como gelatinización, pasting, gelificación, y retrogradación. (Peña, 2017)

- **Gelatinización:** Los gránulos de almidón no resultan ser solubles en agua fría. En casos en que se calientan a altas temperaturas en solución, se llega a una cierta temperatura donde los gránulos comienzan a expandirse. Esta temperatura es llamada temperatura de gelatinización. (Granados, *et al.*, 2014)

Peña (2017), señala que las soluciones de almidón gelatinizado son opacas y frágiles, y la estructura cristalina y ordenada del almidón se pierde. La formación de un gel gelatinización puede ser sinónimo de gelatinización, aun así, estos pueden considerarse como eventos secuenciales.

- **Poder de hinchamiento, solubilidad y capacidad de absorción de agua:** La capacidad de expansión también conocida como la capacidad de hinchazón está relacionado con el poder de absorción de agua de los almidones. El poder de hinchamiento de los almidones es una propiedad de su contenido de amilopectina, siendo la amilosa un diluyente e inhibidor del hinchamiento. (Granados, *et al.*, 2014).

El índice de solubilidad del almidón es la capacidad de reaccionar con agua y disolverse en ella, igualmente indica el grado de asociación existente (enlace intra-granular) entre los polímeros del almidón- amilosa/amilopectina. (Granados, *et al.*, 2014).

Cuando se encuentra a temperatura ambiental, los gránulos de los almidones cuentan con un poder de absorción de un total del 30% de su peso excedente de agua sin hinchamiento significativo. No obstante, en el proceso de calentamiento, los gránulos de almidones tienen una mayor absorción de agua y se tienen un hinchamiento. El hinchamiento y la seguida disolución de amilopectina y de la amilosa son las principales modificaciones de las estructuras, por mientras y después de la gelatinización de los gránulos de almidones. En casos

en que el almidón experimente calentamiento cuando se excede el agua, la composición cristalina es modificada como respuesta al rompimiento de los enlaces de hidrógeno y partículas de agua son conectadas a los conjuntos de hidroxilo expuestos de la amilopectina y amilosa por medio de enlaces de hidrógeno. Esto provoca un aumento en el hinchamiento de los gránulos y la solubilidad. (Peña, 2017).

- **Retrogradación:** Luego de la gelatinización y después del enfriamiento, en especial durante el proceso de almacenamiento, se produce una retrogradación debido a la rápida recombinación y cristalización (dobles microcristales y hélices) de las partículas de almidón, sobre todo de la amilosa rápida, seguida de una pausada re cristalización correspondiente a partículas de amilopectina, las cuales cambian mucho más la configuración del gel. Entonces, afecta el tiempo de uso y la textura de las derivaciones del almidón gelificado. La retrogradación de la amilosa determina la dureza inicial y la pegajosidad del gel de almidón. (Peña, 2017).
- **Estabilidad a refrigeración y congelación:** La evaluación de la estabilidad a la refrigeración y congelación consiste en verificar la expulsión del agua o sinéresis, contenida en los geles como consecuencia de la reorganización de las moléculas de almidón. (Granados, *et al.*, 2014).

Esto se produce en condiciones en que la amilosa presenta un retroceso y el gel se forma incorrectamente, en especial en casos en que el gel se somete a periodos de congelación y descongelación. Cuando el agua está congelada y luego se descongela, el agua generada al unir cristales de hielo no cuenta con la capacidad para conectarse con el almidón. La estructura de amilosa resultante es frágil y pierde con facilidad el agua apresada. Por tanto, en productos comerciales para controlar este efecto indeseable se usan almidones modificados o almidones que contienen sólo amilopectina no gelificante. (Peña, 2017).

- **Claridad:** La claridad resulta un factor primordial en la determinación del uso de almidones de productos alimentarios, debido a que podrían impartir opacidad y brillantez al producto final. La acetilación podría influir en la formación de agregados que harían variar la transmitancia, debido a que después de la gelatinización, la transmitancia disminuyó para los diferentes tipos de almidón (Vargas, *et al.*, 2016).

La transparencia del gel se puede determinar midiendo la transmisión de luz (650 nm). La transmisión de luz brinda contenidos con respecto a la actuación del gel de almidón en instancias en que la luz pasa por medio de ellas. Una transmitancia de luz más alta implica un gel más transparente, que es función de la cantidad de gránulos hinchados del almidón en el gel, que refractan la luz. (Peña, 2017).

### **2.2.7. USOS DEL ALMIDÓN DE PAPA**

El almidón de papa es una sustancia la cual cuenta con propiedades como texturizante, gelificante, espesante, agente para retener el agua y adhesivo, ampliamente utilizado en las industrias alimentarias. También se utiliza en la creación de papel como aglomerante para unir a la fibra celulósica y en la elaboración de pegantes por sus altas capacidades adhesivas. En las fábricas no alimentarias, el almidón de papa es usado para artículos farmacéuticos y cosméticos como aglutinante y aglutinante de ingredientes activos en cápsulas, agente texturizante y dispersante en cremas y lociones, y como absorbente en jabones. En general, el almidón de papa tiene un amplio potencial de uso, pero ha sido la industria alimentaria la que ha desarrollado más aplicaciones debido a sus propiedades funcionales, siendo un ingrediente indispensable en casi todos los productos alimentarios industriales.

**Tabla 6***Usos industriales del almidón*

<b>Industria</b>	<b>El uso del almidón nativo/ almidón modificado</b>
Alimentos	Modificador de la viscosidad, película comestible, agente de glaseado
Adhesivos	Aglutinante
Textil	Impresión y acabado
Productos farmacéuticos	Diluyente, aglutinante, encapsulación
Extracción de petróleo	Modificador de la viscosidad
Detergentes	Tensioactivos, agente de suspensión, agentes blanqueadores y activadores de blanqueo
Purificación	Floculante
Medicina	Preservación de órganos de trasplante, productos higiénicos absorbentes.

*Nota.* Tomado de Peña (2017).

### **2.2.8. MARCO NORMATIVO PARA EL AGUA EN EL PERÚ**

Las normas que se deben tener en cuenta para el agua son las siguientes:

- Decreto Supremo N° 022-2016-MINAGRI.
- Ley N° 29338 - Ley de Recursos Hídricos.
- Decreto Ley N° 17752 - Ley General de Aguas
- Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM
- Decreto Supremo N° 017-2001-PCM

### **2.2.9. MARCO INSTITUCIONAL PARA EL AGUA EN EL PERÚ**

En el Perú, instituciones que intervienen en las gestiones de agua son las siguientes:

- Ministerio de Salud
- Autoridad Nacional del Agua
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento

- Ministerio de Agricultura y Riego
- Ministerio del Ambiente
- Superintendencia Nacional de los Servicios de Saneamiento

#### **2.2.10. EL AGUA**

El agua comprende una composición química crucial, cuya hace posible que la Tierra este habitada, cubriendo aproximadamente un 72% de la superficie terrestre y siendo un componente fundamental de la materia viva. Además, el agua es única en su capacidad de existir en los tres tipos de agregación en estado natural, líquido, gaseoso y sólido. Incluso los fluidos corporales de distintos animales como la sangre humana tienen notable similitud con el agua de mar. Valgan como ejemplo del contenido aproximado en agua de diversos organismos los siguientes datos: Medusa 98%, Embriones humanos >95%, Recién nacido 70%, Hombre adulto 60%, Árboles 50%. (Orozco, *et al.*, 2011)

El agua es reconocida por sentar bases del desarrollo sostenible. La reducción de la pobreza, el crecimiento económico y la sostenibilidad ambiental se sustentan en los recursos hídricos y en la gama de servicios que proporcionan. (Conor & Koncagül, 2015)

#### **2.2.11. ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL PARA AGUA (ECA)**

El MINAM (Ministerio del Ambiente) mencionó que hay parámetros para Estándares de Calidad Ambiental (ECA) conforme a las pautas de calidad del agua sirven como referencia obligatoria para la debido aplicación y desarrollo de herramientas de gestiones ambientales, cuyas se determinan tomando como consideración cuenta las variables que son: a) en relación al proyecto o características de producción, extracción o servicio con parámetros relacionados con la contaminación que caracterizan las aguas residuales activas. b) condiciones naturales que propician la calidad del ambiente de aguas de la superficie que no están alteradas debido a factores humanos. c) niveles de profundidad en cuerpos de agua naturales; brinda información respecto a la

centralización de componentes químicos, biológicos, físicos, y sustancias de propiedades naturales o artificiales en el agua. d) El impacto de otros vertidos en la zona, teniendo en cuenta los efectos acumulativos y secundarios sobre el medio ambiente cuyas se produzcan en aguas altas o aguas bajas del vertido de aguas restantes, así como las condiciones que afecten a la calidad del ambiente actual de objetos originarios de la zona donde está desarrollándose la actividad. e) Acciones u otras condiciones especiales del entorno ambiental que podrían alterar la calidad del ambiente de cuerpos de las aguas naturales. Al aplicar un ECA de agua, se debe tener en cuenta la presente información sobre su categoría. (MINAM, 2017)

Para el presente trabajo de investigación solo serán considerados los parámetros en la Categoría 3 del ECA para agua, debido al agua subterránea que solo se destinaria para riego de plantas ornamentales.

#### **2.2.11.1. CATEGORÍA 3 DEL ECA**

MINAM (2017); el riego de hortalizas y agua potable para animales. Subcategoría D1: riego de hortalizas, agua usada en el riego de plantaciones de hortalizas, sentando sus bases en factores como: cuál es la tipología del riego de plantaciones en cuestión, la tipología de consumo que tiene (tratado térmicamente o crudo) y posibles procesamientos o transformaciones industriales. Posibles efectos sobre los bienes agrícolas: Agua de rocío que no es restringida y agua de rocío restringida.

El agua de riego no restringido se refiere a la calidad el agua que favorece su disposición para plantaciones alimentarios como son: hortalizas, árboles frutales de tallo pequeño o plantas semejantes. Para consumo crudo; árboles frutales o cultivos arbustivos que utilizan sistemas de riego cuyas partes comestibles o frutos estén directamente expuestos al riego en unión con el agua, pese a que sus tallos sean muy grandes; en campos deportivas, parques, áreas verdes o el de plantas para decoración; distintos tipos de actividad de siembras. Entiéndase

como agua para riego restringido aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa). (MINAM, 2017)

**Tabla 7**

*Categoría 3. Riego de vegetales y bebida de animales*

<b>Parámetros</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>D1: Riego de vegetales, no restringido.</b>
<b>Físicos - Químicos</b>		
Aceites y Grasas	mg/L	5
Bicarbonatos	Mg/L	518
Cianuro Wad	mg/L	0,1
Cloruros	mg/L	500
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)
Conductividad	(uS/cm)	2500
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40
Detergentes (SAM)	mg/L	0,2
Fenoles	mg/L	0,002
Fluoruros	mg/L	1
Nitratos (NO3-N)+	mg/L	100
Nitritos (NO2-N)	mg/L	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5
Sulfatos	mg/L	1000

Temperatura	°C	Δ 3
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,1
Bario	mg/L	0,7
Berilio	mg/L	0,1
Boro	mg/L	1
Mercurio	mg/L	0,001
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,02
Zinc	mg/L	2
<b>Microbiológicos y parasitológico</b>		
Coliformes Termo tolerantes	NMP/100 ml	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1

*Nota.* Tomado del MINAM, 2017.

### **2.2.11.2. AGUA SUBTERRÁNEA**

Este es el agua que reside y se moviliza en el suelo bajo tierra y así forma el acuífero. Se conoce que su esencial fuente de aporte son las aguas de las lluvias en el desarrollo de filtraje. Otros originadores locales donde se alimentan las aguas subterráneas podrían ser arroyos, ríos, y lagunas.

El agua que está bajo tierra se halla en un nivel freático bajo, y satura por completo las grietas y poros de la tierra, y esta surge a modo natural al exterior, en medio entre los manantiales o ríos. Su movimiento en los acuíferos es desde zonas de recarga a zonas de descarga, con velocidades que van desde metro/año a cientos de m/día, con tiempos de residencia largos resultando grandes volúmenes de almacenamiento, aspectos característicos del agua subterránea. (Collazo & Montaña, 2012).

### **2.2.12. VENTAJAS DEL AGUA SUBTERRÁNEA**

Las ventajas del agua subterránea según Collazo & Montaña (2012), son:

- Fácil acceso al agua
- Proximidad a los núcleos urbanos
- Bajo coste económico de extracción
- En general de buena calidad.
- Protección natural
- Distribución espacial de los acuíferos

### **2.2.13. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL AGUA SUBTERRÁNEA**

La composición química natural de las aguas subterráneas es el resultado de varios procesos, como la concentración de sales atmosféricas provenientes del aerosol marino, polvo y sales disueltas en el agua de lluvia, la interacción con minerales del suelo y la incorporación de aguas salinas residuales. La composición natural puede ser alterada por actividades humanas como también por tanto por causas naturales. Los factores de naturaleza congénita incluyen la clase de suelo, el clima, la temperatura, y la duración de residencia de agua hallada en el acuífero, así como su existencia de gases reactivos como el O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>. Mientras que por otra parte, la actividad del hombre podría alterar los compuestos químicos del agua subterránea al introducir composiciones como sales, nitratos, hidrocarburos y plaguicidas, lo que puede provocar un desgaste significativo de sus propiedades naturales. También, existen procedimientos transformadores como el intercambio iónico, las actuaciones de oxidación-reducción y la alteración química, que podría tener intensidad en áreas donde el agua subterránea es mezclada con aguas de composición química diferente o cuando el terreno contiene materia orgánica. La actividad humana puede afectar —a veces intensamente o con cierta gravedad— a la composición química del agua que se recarga a los acuíferos, modificando la temperatura e introduciendo solutos que pueden producir una degradación de las

características naturales de las aguas subterráneas y de los terrenos. (López, *et al.*, 2009).

La corteza de la Tierra contiene un total de 95 % silicatos. Este ion, no tiene balance eléctrico, lo cual produce que este al juntarse con el oxígeno, crean las tres cuartas partes de la Tierra. La sílice está presente generalmente en las rocas ígneas, y éstas generalmente son oxidadas por el agua, provocando óxidos de silicio que son los que predominan en las Aguas Subterráneas (Quispe, 2012).

#### **2.2.14. PARÁMETROS FÍSICOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Quispe (2012) menciona que los parámetros físicos tienen como cualidad la determinación de las particularidades del agua, que son medidos en experimentos en laboratorio. Las de mayor relevancia son:

- **Turbidez:** La turbiedad de las aguas podría estar ocasionada debido a los distintos materiales suspendidos los cuales van desde dispersiones coloidales a moléculas gruesas, incluyendo arcilla, materia orgánica e inorgánica dividida de manera fina, limo, y otros microorganismos. En la actualidad, son de mayor uso métodos para la determinación de la turbidez, donde esta sea medida con un nefelómetro, y cuya solución se obtiene en unidades nefelométricas de turbidez, UTN.
- **Color:** La coloración de agua podría estar causado por hierro, manganeso, taninos, ácido húmico, desechos orgánicos, y restos industriales. Se pueden distinguir dos tipologías respecto al color: el real (una vez removida la turbidez) y el supuesto (color que es producto el material suspendido, así como de las sustancias en solución y coloidales). La coloración es medida comparándose con estándares conocidos y se expresa en unidades de Pt-Co. Que se elimine el color de agua es importante en el tratamiento, para su uso general o industrial, ya que cualquier grado de color es considerado indeseable por los consumidores.
- **Olor y sabor:** Para que se determine el olor del agua y su sabor no se utilizan implementos o unidades de medición. Los sabores y

olores suelen estar relacionados y son difíciles de distinguir. Hay varias causas comunes para sabores en el agua y sus olores, como son el sulfato de sodio y magnesio, el ácido sulfhídrico, la materia orgánica, el cloruro de sodio, el hierro y el manganeso, los productos de cloro, los aceites, los fenoles, las algas y los hongos. Evaluar el olor y el sabor resulta esencial en la determinación de la condición del agua, la aceptabilidad en el consumidor y poder controlar la contaminación. Se realiza una prueba cualitativa determinando la dilución en la que el sabor o el olor resultan ser apenas notorios.

- **Temperatura:** El preciso control de la temperatura resulta crucial en procedimientos en análisis de laboratorio y tratamientos, ya que está relacionada con la saturación de carbonato de calcio, la actividad biológica, y saturación de oxígeno. Su influencia térmica en aguas superficiales provoca diferencias de temperatura según la ley del gradiente geotérmico, donde un estrato impenetrable a 100 m de profundidad tendrá un temple de dos a tres grados más alta que otro en una zona compacta a solo 30 m de profundidad.
- **Conductividad eléctrica específica:** Se refiere a la disposición de transportar la corriente eléctrica. Es la conductividad de 1 cm<sup>3</sup> de una sustancia comparada con la conductividad de 1 cm<sup>3</sup> de agua pura. El agua pura es un buen aislante y además posee menor conductividad. La conductividad es resistencia mutua, por lo que su unidad es mhos, donde 1 mho = 1/1 ohm. En los informes de laboratorio se expresa con frecuencia en μmhos o μsiemens (mS) en la unidad SI (1 microohms equivale a 1 microsiemens). El cambio de conductividad es proporcional al incremento de los minerales disueltos. Esta característica se puede verificar con facilidad en el campo. El agua con alto nivel de conducción puede provocar corrosión del acero en las tuberías de los pozos.
- **Sólidos totales:** Si como componente esencial del agua encontramos al cloruro de sodio y presenta una concentración elevada, entonces el agua es nombrada salina. La salinidad está referido al monto de sal expresado en gramos por kilogramo como muestra, por lo que es expresado en mg/l. Conceptualmente, la

salinidad es definida como el monto total de sólidos habidos en el agua en condición que cada carbonato se ha convertido en óxidos, todos los yoduros y bromuros se reemplazaron por cantidades iguales de cloruro y toda la materia orgánica se ha oxidado. Numéricamente es menor que los sólidos disueltos, o residuo filtrable, y es un valor importante en aguas de mar, subterráneas y ciertos residuos industriales.

### **2.2.15. PARÁMETROS QUÍMICOS**

El agua que llega al acuífero se transforma en su trayecto, adquiriendo diferentes características. Los mecanismos que intervienen en su composición son la disolución y el ataque químico, lo que resulta en una elevada mineralización. Los componentes químicos de las aguas subterráneas tienden a variar según la geología, profundidad del acuífero y actividades agrícolas. Las aguas contaminadas pueden alterar las características y concentraciones de elementos presentes, mientras que las no contaminadas también pueden tener mayores concentraciones de ciertos elementos (Quispe, 2012).

- a) Cationes Macro constituyentes:** Calcio, Magnesio, Sodio, Potasio.
- b) Aniones Macro constituyentes:** Cloruro, Sulfato, Bicarbonato, Carbonato, Nitrato.
- c) Iones Microconstituyentes más comunes:** Nitrito, Amonio, Litio, Fluoruros, Boro, Hierro, Manganeso, Anhídrido Fosfórico, Anhídrido silícico.

### **2.2.16. PARÁMETROS BIOLÓGICOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Según León (2024), los parámetros biológicos refieren a la existencia de distintos microorganismos patógenos como son los: protozoos, bacterias, virus y demás organismos los cuales son transmisores de enfermedades tales como el tifus, hepatitis, cólera, tipos gastroenteritis, entre otros. La aparición de enfermedades ocasionado a causa de estos patógenos se considera como las razones esenciales por las cuales se producen muertes de manera prematura entre los países

de vías que son desarrollo de enfermedades, especialmente entre los niños. A menudo, los microorganismos alcanzan el agua con las heces y además desechos orgánicos producidos por animales y humanos. Entonces, un ideal indicador de la salud del agua en cuanto a estos microorganismos es a según el número de coliformes bacterianas presentes en el agua. Los estándares microbiológicos que son más reconocidos se mencionan a continuación:

- Coliformes totales
- Streptococos fecales
- Coliformes fecales

## **2.2.17. IMPACTOS AMBIENTALES Y A LA SALUD POR CONTAMINACIÓN DEL AGUA SUBTERRÁNEA**

### **2.2.17.1. IMPACTOS AMBIENTALES**

Según Márquez (2021), menciona que algunos efectos en respuesta a la contaminación de aguas subterráneas, son:

- Alta concentración de nitratos en acuíferos a partir del exceso uso de fertilizantes y pesticidas.
- El agua salada ingresa a los acuíferos debido al bombeo de agua subterránea en las zonas costeras. En este caso, el motivo es el uso excesivo del propio recurso.
- Presencia de metales pesados (pueden provocar enfermedades como el envenenamiento por plomo).
- La presencia de xenobióticos y compuestos orgánicos complejos que actúan como mutágenos.

Todo ello conlleva al desgaste de la calidad de esta agua, lo cual a su vez afecta a la potabilidad del recurso y, a su vez, a nuestro consumo del recurso.

Los cambios de los acuíferos locales, se dan de manera más notoria por acción de la minería. Las variaciones graduales del agua subterránea, debido al bombeo y drenaje de las minas,

causan modificaciones locales del flujo y las direcciones de la fuente de agua, mientras que la lixiviación de sulfuros produce cambios en la calidad del agua (agua ácida). A través de una disminución de los niveles de agua subterránea puede provocar una reducción de los humedales, el caudal de origen y el caudal subterráneo en algunos ríos, lo que a su vez puede reducir el uso de agua de riego. La calidad del agua también puede ser alterada por acciones del filtraje de sustancias tóxicas a partir de su superficie. El color, sabor, olor y temperatura también pueden ser afectados (Tovar, sf).

#### **2.2.17.2. IMPACTOS A LA SALUD**

Mendoza *et al.* (2017), en su investigación menciona que en el estado de Colima en México con aproximadamente 700 000 habitantes y 55% del agua para consumo humano proviene de fuentes subterráneas. Del total de 36 pozos que se analizaron, la concentración de arsénico en el 80,5% superó los 0,01 mg/l permitidos por la OMS y US EPA. Se estima que en total 446 personas están vulnerables potencialmente a desarrollar algún tipo de cáncer debido a la ingesta prolongada de arsénico, no obstante, esto no quiere decir que necesariamente se desarrollará la enfermedad.

Dentro de los contaminantes químicos, la salinidad normal del agua por encima de los límites permisibles no se considera grave y debería ser motivo de preocupación sólo por su efecto laxante o las molestias causadas por las dificultades económicas locales. Exceso de óxido nítrico; El uso repetido de biberones preparados con esta agua en bebés puede provocar metahemoglobinemia o cianosis, que pueden ser mortales. Por otro lado, el plomo es muy peligroso porque se acumula y puede provocar anemia, dolor abdominal y parálisis muscular cuando se consume continuamente agua con niveles de plomo superiores a los límites especificados. En la tabla 8 se resumen algunos

posibles efectos sobre la salud de varios contaminantes inorgánicos (Porrás *et al.*,1985).

**Tabla 8**

*Riesgos Sanitarios Asociados A Algunos Contaminantes Inorgánicos En Aguas De Abastecimiento*

<b>Contaminante</b>	<b>Toxicidad (Individuo de 80kg de peso)</b>	<b>Otros Efectos</b>
Arsénico	Dosis letal – 130 mg. Acumulativo	Posible cancerígeno en concentraciones menores.
Bario	Dosis letal – 130mg. Acumulativo	-----
DBO	Dosis letal – 60mg. Acumulativo	Alta DBO. Agua sin oxígeno Olores por H <sub>2</sub> S
Calcio	-----	Posibles cálculos biliares a elevadas concentraciones. No acumulativo.
Cadmio	Dosis letal – 9gr	Acumulativo en hígado, riñón y páncreas.
Cloruros		Umbral de sabor – 400 mg/l. Vómitos a altas dosis. Perjudicial en enfermedades del corazón.
Cromo	Dosis letal 0,5gr	Efectos corrosivos en el intestino. Posible cancerígeno.
Cobre	-----	Elemento esencial para la hemoglobina. Vómitos a elevadas concentraciones. No acumulativo.
Cianuro	Dosis letal – 50mg	-----

Hierro	-----	Sabor desagradable a concentración mayor que 0,1 mg/l.
Plomo	Veneno acumulativo	Sabor desagradable. Posiblemente relacionado con encefalitis a elevadas concentraciones.
Magnesio	-----	Sabor desagradable. Posiblemente relacionado con encefalitis a elevadas concentraciones.

*Nota.* Tomado de Porras et al. (1985).

Dentro de los contaminantes biológicos tenemos contaminación microbiana del agua subterránea, incluida la posible propagación de enfermedades causadas por bacterias o virus liberados de heces humanas o animales en un acuífero de agua subterránea. En la tabla 9 se incluyen los agentes principales de transmisión de enfermedades que pueden aparecer en aguas subterráneas contaminadas (Porras *et al.*, 1985).

**Tabla 9**

*Principales Contaminantes Microbiológicas del Agua*

GRUPO	AGENTE	ENFERMEDAD
Virus	Virus A de la hepatitis epidémica Coxsackia	Hepatitis epidémica Afecciones gastrointestinales
	Adenovirus	Conjuntivitis en las piscinas
Bacterias	Salmonella typhia	Fiebre tifoidea
	Salmonella paratyphi	Fiebres paratíficas
	Shigella disenteriae	Disentería bacilar
	Vibrio cholerae	Cólera

*Nota.* Porras et al., 1985.

## **2.2.18. PROBLEMÁTICAS CON EL AGUA DE POZO**

Hay varias causas comunes, las principales las siguiente: son burbujas de aire o gases disueltos que generalmente son por gases o burbujas de aire disueltos en agua de pozo privado, pueden provocar que los suministros de agua se vean turbios; altos niveles sedimento en gran cantidad en el agua que contiene el pozo podría enturbiar al agua, las partículas sedimentadas incluyen: arcilla, limo, bacterias del hierro, arena, partículas de roca; exceso de hierro o manganeso genera que el agua de su pozo este turbia con un tinte marrón rojizo, además la bacteria del hierro es otra causa de la turbidez que también puede dejar un sedimento rojo o negro, con una consistencia más parecida a la de un lodo; agua superficial que ingresa al pozo lo cual ocurre si vive cerca de un arroyo, río o estanque, y las fuertes lluvias causan inundaciones en su área, pueden descargar agua superficial en su pozo. Las partículas en esta agua superficial causan turbidez. (Fuentes, 1992)

### **2.2.18.1. PROBLEMAS MÁS COMUNES DEL AGUA DE POZO**

Según Waterboss (2023) se tienen los siguientes problemas:

- Arena, Suciedad, y sedimentos extraídos del fondo del pozo.
- Agua dura: agua que contiene carbonato de calcio y magnesio por encima de 1 gpg.
- Hierro Agua: agua con contenido de 1 ppm de ferroso (agua clara, hierro); férrico (partículas visibles de hierro) y bacterias de hierro también son problemas generales en el agua de pozo.
- pH bajo: agua ácida la cual ocasiona la corrosión
- Sulfuro de hidrógeno, el cual ocasiona que haya un olor a huevo podrido
- Tinción marrón o negra que suele ser un signo de manganeso. Este es uno de los problemas de agua de pozo más difíciles con los que debe lidiar un propietario.

## 2.2.18.2. PROBLEMAS CON EL AGUA DE POZO EN PERÚ

El Perú se divide en 3 regiones naturales las cuales son costa, sierra y selva, para lo cual se tiene las siguientes problemáticas con el agua de pozo en Perú respecto a cada región natural.

- **Costa:** El Departamento de Geología, Minería y Metalurgia (Ingemmet) constató que los niveles de arsénico en pozos de agua subterránea de 14 sitios destinados al consumo de alimentos en la región de Mórrope (Lambayeque) se encuentran por encima de los límites aceptables. La evaluación hidrogeológica desarrollada determinó que las aguas contienen, en distintos rangos, hasta 0.1 miligramos por litro de arsénico, es decir, 9 veces más de lo permitido por estándares de calidad ambiental para agua destinada al consumo humano (0.01 miligramos por litro) (SPDA, 2018).

En Chiclayo – Lambayeque, se encuentra el Parque Residencial Puertas del Sol que tiene 603 viviendas con acceso a agua, pero el agua subterránea proveniente de un pozo tubular no es potable y carece de tratamiento antes de ser utilizada. Esta situación afecta a 2483 personas y es común en muchas urbanizaciones recientes. El agua presenta problemas físico-químicos, lo que representa un desafío para el consumo humano en la comunidad. Además la calidad organoléptica del agua no satisface los requerimientos del usuario, pues esta presenta en algunas viviendas olores no característicos del agua de consumo, del mismo modo presenta sedimentación blanquecina en las cisternas de los domicilios y al hervir el agua se observa sedimentación en los recipientes (Hurtado J. & Baron K.,2017).

- **Sierra:** En Puno el 3 de abril de 2019, se registró la contaminación de los pozos de agua para consumo humano, como resultado de los estudios realizados que muestran concentraciones de metales pesados y microorganismos, los

cuales superan los límites máximos permisibles, provocando múltiples enfermedades a los pobladores más cercanos a la afluencia del río Coata (COEN, 2022).

- **Selva:** La Autoridad Nacional del Agua (2017), menciona que junto con los funcionarios de la región Ucayali, analizaron la problemática de la calidad del agua que consumen los moradores de Pucallpa debido a los altos índices de informalidad y afectación a la calidad del líquido elemento en los pozos de esta localidad. Según los informes, la calidad del agua se ve gravemente afectada, por coliformes fecales, plomo y hierro, según la Empresa Municipal Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Portillo y Autoridad Regional de Vivienda, Edificación y Saneamiento.

#### **2.2.19. TRATAMIENTO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS**

Orellana (2005), menciona que para tratar las aguas subterráneas, primero se debe recoger o bombear agua con la menor cantidad posible de tierra y arena. Limitar el área de protección es muy importante. No obstante, esto no resulta suficiente para conservar elementos más pequeños como hierbas o las hojas que pasan por medio de las rejas, en cuyo caso se deberá añadir lo siguiente:

- Un Tamizado
- Cribado en cubeta giratoria (utilizada sólo para pequeños cambios de nivel de agua) o bandejas de malla con cambios de nivel de agua. Este tipo de cribado se suele realizar con aberturas de malla de 1 a 5 mm. La limpieza debe ser automática dependiendo de la pérdida de carga. Por motivos económicos, la falta de este dispositivo suele provocar fallos de funcionamiento en muchas instalaciones, especialmente donde hay bombeo por elevación.
- Dependiendo de las condiciones de alimentación, las operaciones de desarenado se pueden realizar antes o después del tamizado. Esta eliminación de arena es fundamental cuando el agua tiene que ser transportada a través de tuberías o canales largos, cuando se

requiere bombeo o cuando una gran presencia de arena puede afectar gravemente a las instalaciones de tratamiento posteriores.

- Hacer tamizados cuando las poblaciones de plancton sean limitadas y no se espere una mayor decantación. Debido a la limitada importancia de los micro tamices, rara vez se utilizan en instalaciones importantes ya sean medianas o grandes.
- Desengrasar las superficies.
- Decantación previa.
- Tratamiento previo con cloro: El pretratamiento para proteger las tuberías de agua cruda implica el uso de cloro, hipoclorito o dióxido de cloro, especialmente en acueductos largos con alto contenido de materias orgánicas y plancton. Sin este tratamiento, el caudal puede reducirse debido al desarrollo del plancton en las paredes. También es esencial para tuberías cortas con mejillones correspondientes a agua dulce y así impedir el deterioro de hierro en tuberías metálicas debido a bacterias ferruginosas o sulfato reductoras, que puede aumentar la contención de hierro en el agua cuando es suspendido su tratado.

#### **2.2.20. SÓLIDOS SUSPENDIDOS EN EL AGUA**

El STT se refiere a la cantidad de sólidos retenidos en un filtro con una porosidad de 0,45 micras ( $\mu\text{m}$ ), la mayoría de los cuales son de origen orgánico y pueden ser sedimentables (SSed) o coloidales (SC). Además, los sólidos suspendidos (SS) también incluyen los sólidos suspendidos volátiles (SSV), que representan la cantidad de materia orgánica (incluidos los microorganismos) obtenida por la pérdida de sólidos totales, disueltos o suspendidos, calcinados a 550°C. Los SSed es la fracción de sólidos suspendidos de tamaño y peso suficiente para sedimentar en un tiempo específico, y los sólidos disueltos (SD) es la fracción que pasa el filtro. Existen también los Sólidos Fijos, que quedan presentes después de ser sometidos a calcinación a 550 °C, son indicativo de la presencia de sólidos inorgánicos en la muestra (Agudelo & Alvear, 2015)

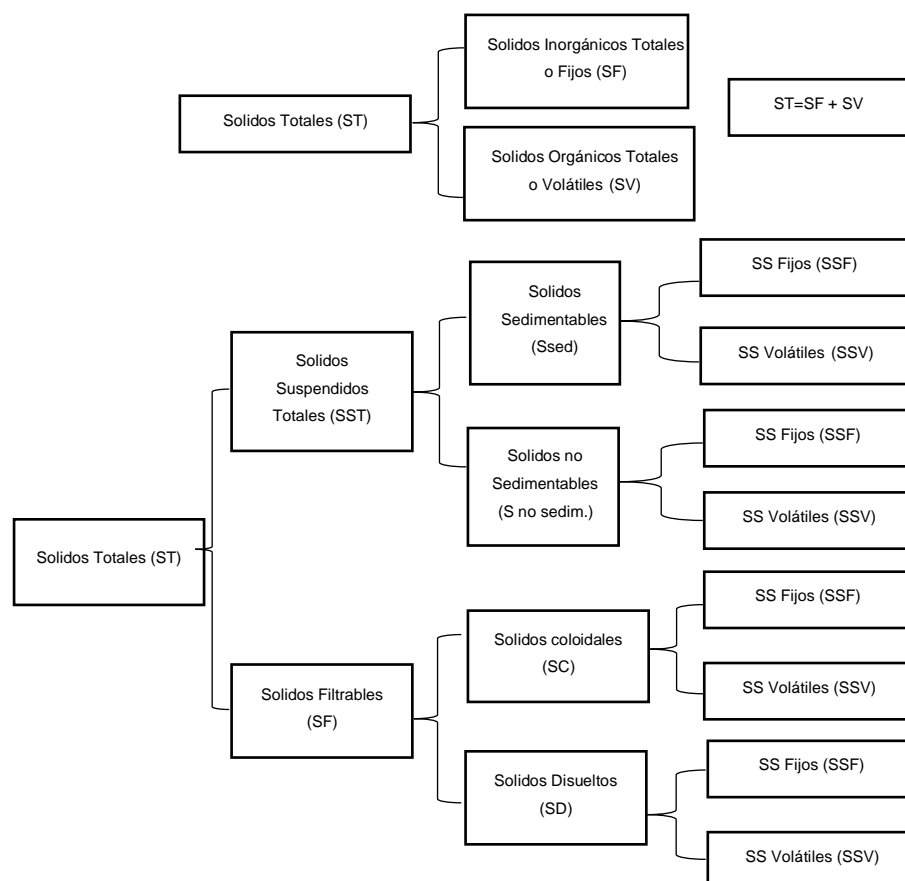
Argandoña & Macias (2013) Indican que las aguas residuales contienen diversos sólidos, como orgánicos (con carbono, oxígeno, hidrógeno y a veces nitrógeno, azufre o fósforo) e inorgánicos (como arena, aceites, sales minerales). Estos pueden incluir partículas líquidas presentes en el agua, como arcillas o limos. (Ver figura 3).

### 2.2.21. AFINIDAD DE LAS PARTÍCULAS COLOIDALES POR EL AGUA

Las partículas coloidales pueden ser hidrófilas o hidrófobas. Las primeras se dispersan fácilmente en el agua, mientras que las segundas necesitan apoyo químico y físico para dispersarse. Las hidrófobas no están envueltas por agua, requiriendo estabilización. (Reyes B. & Guevara J., 2018).

**Figura 2**

*Clasificación de los sólidos que constituyen las aguas residuales domesticas (ARD).*



*Nota.* Tomado de Agudelo & Alvear, 2015.

## **2.2.22. PROCESOS Y OPERACIONES DE CLARIFICACIÓN DE AGUAS**

Conceptualmente, los términos que están estrechamente en relación con la clarificación del agua (floculación, sedimentación y coagulación,) se utilizan primordialmente durante el proceso de este estudio, y por ello son descritas a continuación:

### **2.2.22.1. CLARIFICACIÓN DE AGUAS**

Es un grupo estructurado de procesos utilizados para eliminar la turbidez en el tratamiento del agua. Consta de cuatro pasos: coagulación, floculación y sedimentación y potabilización. La finalidad de estos procesos es remover las partículas coloidales presentes en el agua. (Cainaba & Delgado, 2020)

El principal objetivo que tiene la clarificación del agua, es ocasionar la separación de los sólidos residuales, cuyos están divididos finamente, como también a los materiales coloidales, seguido a esto convirtiéndolos en partículas de mayor tamaño que tengan más facilidad para que se elimine, y de este modo obtener agua potable que se utilice para el consumo del hombre. El proceso se utiliza tanto en plantas potabilizadoras municipales haciendo posible obtener agua potable para uso alimentario, además de siendo usado en plantas potabilizadoras industriales las cuales prevén el tratamiento individual del agua en acueductos comunales según el consumo final, ya que se utiliza en la creación de alimentos o bebidas, vapor circuitos de generación o refrigeración, limpieza de contenedores, entre otros. La clarificación incluye los subprocesos de coagulación, floculación y sedimentación. (Cogollo, 2011).

- **Coloides:** Los coloides son suspensiones que tiene estabilidad y, es debido a ello que resulta poco probable

que se asienten de forma natural; estas son las sustancias encargadas de la turbidez y de la coloración del agua. El concepto de coloide se refiere a similar a un gel y se les dio a las extensiones de proteínas porque se descubrió que no actuaban como reales soluciones. Los coloides cambian en tamaño desde 1  $\mu\text{m}$  hasta 1000  $\mu\text{m}$ , y entre las condiciones más sorprendentes de las dispersiones coloidales está en su incapacidad para sedimentar, aun cuando las partículas tengan mayor densidad que el fluido circundante. Existen ocho tipos de soluciones coloidales en las que las sustancias dispersas pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas, o pueden ser sustancias dispersas entre los tres estados. En el caso de la coagulación la disolución coloidal que más nos interesa es la dispersión del sólido en líquido, debido a que esta es la que forma gran parte de la turbiedad y color ordinario en el agua (Cainaba & Delgado, 2020).

#### **2.2.22.2. COAGULACIÓN**

Este es el proceso de hacer pequeñas partículas de gel con la adición de coagulación de agua y uso de energía mixta que destruye partículas neutralizadas y suspendidas cargando la carga de gel. Comienza al mismo tiempo que el condensador, solo la otra parte. Desde un punto de vista electrostático, el objetivo de la coagulación es reducir la potencial zeta añadiendo iones específicos y desestabilizando las partículas para aglomerarlas. La coagulación es el método de tratamiento con mayor eficacia en la eliminación de imperfectos del agua, pero además podría resultar costosa si no se realiza correctamente. La dosis de coagulante condiciona el funcionamiento de las unidades de sedimentación y es imposible realizar una buena clarificación si la cantidad de coagulante no es la adecuada. (Cogollo, 2011).

### **2.2.22.3. FLOCULACIÓN**

Se refiere al desarrollo en el cual son unidas las partículas no estables o que están coaguladas, para obtener una partícula más grande, de nombre flóculo y es producido en base a un mecanismo de creación de enlaces físicos o de puentes químicos. Operativamente, la floculación se consigue recurriendo a una mezcla moderada y prolongada que transforma las partículas coaguladas de tamaño submicroscópico en otras suspendidas, discretas y visibles. (Cogollo, 2011).

### **2.2.22.4. SEDIMENTACIÓN**

Esta referido a la eliminación de partículas más pesadas que el agua mediante gravedad. Con este proceso se eliminan los materiales en suspensión utilizando tiempos de retención adecuados. Estos sólidos suelen consistir en arena, limo y coloides que se han mantenido unidos mediante etapas previas de coagulación y floculación. En las plantas de tratamiento estos tres procesos, descritos anteriormente, tienen lugar en un mismo equipo nombrado como clarificador (Cogollo, 2011).

### **2.2.23. COAGULANTES**

Estos pueden ser clasificados en dos conjuntos: Los ayudantes de coagulación o polielectrolitos, y los coagulantes de metal. Ambos grupos básicamente actúan como polímeros además de la carga eléctrica que poseen (Reyes B. & Guevara J., 2018).

Ante la urgencia de dar solución al problema de la turbiedad del agua provocada por partículas coloidales, se han estudiado y utilizado compuestos como las sales de hierro y aluminio, pero estas últimas no serán cubiertas en esta revisión, sino que se mencionarán algunos coagulantes orgánicos naturales, como los polímeros naturales. Los polímeros naturales se utilizan en procesos de coagulación y floculación desde hace más de 40 años. En comparación con los coagulantes

conformados por aluminio, requieren bajas dosis de coagulante por su alto peso molecular; forman volúmenes bajos de lodos al utilizar bajas dosis; incrementan en niveles muy bajos la carga iónica del agua tratada, ya que su carga iónica no es muy elevada; reducen los niveles de aluminio y el costo tiene un ahorro de un 25 a 30%, en comparación con la utilización de compuestos químicos (Valeriano & Matos, 2013).

#### **2.2.23.1. POLIELECTROLITOS CATIÓNICOS**

Valeriano y Matos (2013), menciona que los polielectrolitos catiónicos, al igual que los coagulantes inorgánicos catiónicos, poseen una carga fuerte positiva. Los polielectrolitos usualmente, pero no siempre, poseen grupos amonio cuaternarios que le dan la carga positiva. Los polielectrolitos catiónicos naturales son muy conocidos en la actualidad y son estudiados frecuentemente. El más conocido es el Chitosan, que es extraído del Chitín, encontrado en el caparazón de los moluscos marinos. Asimismo, los almidones, compuestos de unidades  $\alpha$ -D-glucosa, pueden ser convertidos en polielectrolitos catiónicos a partir de la reacción primaria del grupo OH en almidón tratado con álcali N-(3-cloro-2-hidroxipropil) trimetilamonio.

#### **2.2.23.2. PUENTES DE POLÍMEROS**

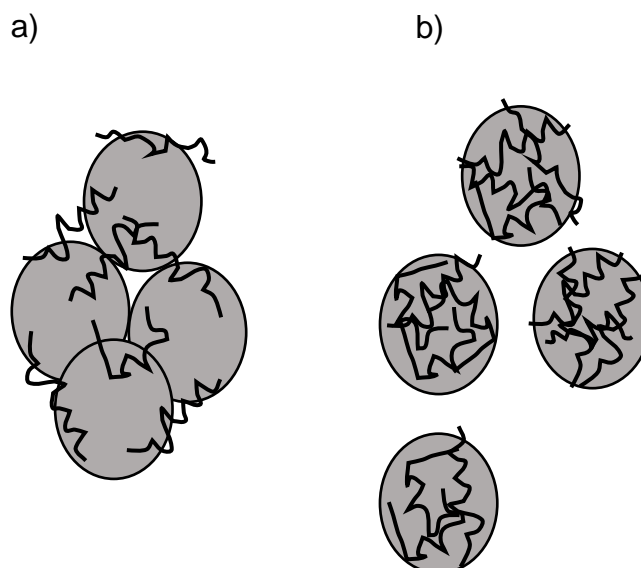
Valeriano y Matos (2013), dice que las extensas cadenas de polímeros se adhieren a las partículas coloidales y aumentan su tamaño. Un requisito básico para este tipo de floculación es que haya suficiente superficie libre alrededor de las partículas. Se puede observar que la cantidad de absorción no debe ser demasiado grande, de lo contrario se cubrirá toda la superficie de la partícula sin dejar suficientes sitios de absorción. Lograr este objetivo requiere probar la dosis óptima. Es durante este proceso que las partículas coloidales se estabilizan, como se muestra en la Figura 3. Este mecanismo domina el comportamiento de polielectrolitos y polímeros. La estabilización

de las partículas coloidales se forma flocs, es decir fuertes y pesados agregados, que en procesos siguientes en el tratamiento de agua serán eliminados en forma de lodos. Puede presentar algunas ventajas a considerar:

- Incremento en el peso de las moléculas flocs, siendo los polímeros lineales los que tienen mayor eficacia.
- Solo hay cantidades limitadas de polímeros adsorbidos que se usan, y altos niveles de este producen una reestabilización.
- La adición de compuestos de metales podría optimizar la eficacia del progreso.
- Son formados flóculos fuertes y que poseen un gran tamaño. No obstante, en caso estos llegan a romperse, no pueden ser regenerados con facilidad.

**Figura 3**

*Esquema de (a) puentes de floculación con polímeros y (b) reestabilización por los polímeros absorbidos*



*Nota.* Tomado de Valeriano & Matos, 2013.

### 2.2.23.3. COAGULANTES NATURALES O BIO COAGULANTES

El manejo de bio coagulantes originarios que se podrían elaborar a partir de: especies originarias, tamarindo, moringa, papas y frijoles. Las principales ventajas de su uso para la depuración de agua son que se elaboran de forma más fácil mediante resistencia bioquímicas de la esencia, es decir, de origen natural. En semejanza con las sustancias químicas de origen natural, los coagulantes de la raíz originaria tienen muy poca o casi ninguna toxicidad, y también incluyen carbohidratos y proteínas que al contacto con el agua se dispersan (Romero, 2019)

El uso de coagulantes naturales (ver tabla 10) como el almidón ayuda o sustituye a los polímeros químicos, carecen de tóxicos y, por ende, respetuosos con el ecosistema, sujeta una competente semejanza en el tratamiento del agua y reducirá los costes operativos (Suarez & Rosas, 2020).

**Tabla 10**

*Bio coagulantes para eliminar la turbidez del agua*

Nombre común	Se extrae de	Parte de donde se obtiene
Tuna	<i>Opuntia ficus indica</i>	Las hojas
Almidones	Maíz Papa Yuca Trigo Plátano	El grano o tubérculo
Semillas de nirmali	<i>Strychnos Potatorum</i>	Las semillas
Algarrobo	Quebrado, acacia o algarrobo  <i>Schinopsis Lorentzii</i>	Corteza de árbol

Gelatina común	Animales	Residuos de animales, huesos
Alginato de sodio	Algas pardas marinas (Phaeo phiceae)	Toda la planta
Carboximetil celulosa	Arboles	Corteza del arbol
Goma de guar	Cyanopsis Psoralioides	Semillas

*Nota.* Suarez & Rosas (2020).

Suarez & Rosas (2020); Representan una fuente alternativa de alto potencial, aún desconocida, con propiedades coagulantes o actuando de manera idéntica a los coagulantes sintéticos, por lo que se utilizan en diversos lugares para clarificar aguas turbias. También se identifican porque son biodegradables, por lo que tienen a ser inofensivos para la condición de vitalidad.

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

#### **Sólidos suspendidos (mayores a 10-6um)**

Generalmente son de origen orgánico (producto de plantas y animales en descomposición), estas son las que generan turbiedad y color del agua, ya que se encuentran dispersas en el agua (Guzmán et al., 2013).

Los Sólidos Suspendidos Totales (SST), se consideran como la cantidad de residuos retenidos en un filtro de fibra de vidrio con tamaño de poro nominal de 0.45 micras y hace referencia al material particulado que se mantiene en suspensión en las corrientes de agua superficial y/o residual (CAN, 2005).

#### **Partículas coloidales**

Tiene una velocidad muy lenta de sedimentación ya que son sólidos suspendidos con un tamaño entre 10-6 y 10-9 um, y estas generan turbidez

generan turbidez y del color del agua, que generalmente tienen cargas negativas (Guzmán et al., 2013)

Las partículas coloidales en el agua por lo general presentan un diámetro entre 1 y 1.000 mili micrómetros y su comportamiento depende de su naturaleza y origen. Estas partículas presentes en el agua son las principales responsables de la turbiedad (Barrenechea, 2004).

### **Sustancias disueltas (menores de 10-9um)**

Son sustancias inorgánicas (cationes y aniones), también sustancias orgánicas (ácidos, alcoholes y aldehídos) las cuales se encuentran dispersas en el medio hídrico, formando de ese modo microorganismos (Guzmán et al., 2013).

Es una medición de sustancias producidas en exposiciones de agua que son menores de 2 micrones y estas no logran eliminarse con filtros tradicionales. Los sólidos disueltos son la suma de todos los minerales, metales y sales disueltas en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua (Jácome, 2014)

### **Efluente**

Líquidos que son descargados al ambiente y son de materiales de desechos, los cuales pueden ser tratados o sin tratar. Casi siempre se refieren a aguas contaminadas (Mamani, 2012).

Todo residuo gaseoso, líquido, sólido o mezcla de ellos que fluye a un cuerpo receptor (Jauregui Berry, sf).

### **Emisión**

Cualquier medio gaseoso, limpio o en suspensión; así como todas las formas de energía radiactiva o electromagnética (sonido) emitidas como desechos o productos de la actividad humana (Mamani, 2012).

Son todos los materiales, sustancias o formas de energía que ingresan al medio ambiental en solución a una actividad, independientemente si provienen de fuentes naturales o artificiales.

### **Límites Máximos Permisibles (LMP)**

Se refiere al nivel de elementos o medidas de concentración, estándares físicos, biológicos, químicos, o sustancias cuyos son características de las emisiones, y el exceso de esto tiene probabilidades de dañar al ser humano en lo que respecta a su bienestar, su salud y a su entorno (medio ambiente). Su cumplimiento es legalmente vinculante para el MINAM y las organizaciones del sistema de gestión ambiental (MINAM, 2019).

### **Estándares de Calidad Ambiental (ECA)**

Medidas que determinan la concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos que están presentes en el aire, el agua o el suelo en su estado del cuerpo receptor y no presentan un riesgo significativo para el organismo, la salud humana o el medio ambiente (MINAM, 2019).

### **Temperatura**

La concepción de la temperatura, tiene estrecha relación con la condición del equilibrio térmico habido entre dos sistemas. Así, dos sistemas en equilibrio térmico tienen la misma temperatura (Beléndez, 2017).

La temperatura es comprendida como característica de los sistemas el cual va a determinar si se encuentran en equilibrio térmico. Se entiende, que la temperatura deriva de la idea de medir el grado de caliente o frío relativo y de la observación de que las variaciones de calor sobre un cuerpo producen una variación de su temperatura, mientras no se produzca la fusión o ebullición (Inzunza, 2006).

### **Densidad**

Es solo una medida de sólidos, independiente de los vacíos internos o superficies intermedias, y cuando ha sido determinada, llega a considerarse consecuente con respecto a un material dado. El volumen

se puede determinar sumergiendo una masa conocida de material en un recipiente con un volumen conocido de líquido humectante (Jiménez y Padilla, 2012).

La densidad está definida por el vínculo que contiene la masa de un producto (como si este estuviera pesado en el vacío), en unión con su volumen. La unidad coherente del SI para la densidad es  $\text{kg/m}^3$  y se debería utilizar 8 normalmente para informar los valores de densidad de productos (OIML, 2011).

### **Acuífero**

Cuando la roca almacenadora de agua permite que fluya hacia pozos y arroyos, se denomina "acuífero". Un acuífero es una unidad geológica saturada que contiene agua de buena calidad y la transporta para que pueda recuperarse en cantidades económicamente razonables (MINAM, 2019).

Son formaciones geológicas que contienen agua subterránea. Desde un punto de vista práctico, un acuífero ha de ser capaz de almacenar y transmitir agua en cantidad susceptible de ser explotada económicamente (Fuentes, sf).

## **2.4. HIPOTESIS**

### **2.4.1. HIPOTESIS GENERAL**

Hi: Es eficaz la coagulación del almidón de papa para la reducción de los sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas.

Ho: No es eficaz la coagulación del almidón de papa para la reducción de los sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas.

### **2.4.2. HIPOTESIS ESPECIFICAS**

Hi1: Se logró medir la concentración óptima del almidón de papa para la reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas.

Ho1: No se logró medir la concentración óptima del almidón de papa para la reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas.

Hi2: Son diferentes los parámetros físicos de las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.

Ho2: No son diferentes los parámetros físicos de las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.

Hi3: Son diferentes los parámetros químicos de las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.

Ho3: No son diferentes los parámetros químicos de las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.

Hi4: Son diferentes los parámetros biológicos de las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.

Ho4: No son diferentes los parámetros biológicos de las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Sólidos suspendidos totales.

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Almidón de papa.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Tabla 11**

*Operacionalización de Variables*

Título: “Efectividad de la coagulación del almidón de papa para reducción de solidos suspendidos totales de aguas subterráneas en Huánuco, 2023”

Variable de dependiente	Instrumentos	Indicadores	Valor final	Tipo de variable
<b>Sólidos suspendidos totales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gravímetro</li> <li>- Multiparámetro</li> <li>- Turbidímetro</li> <li>- Colorímetro</li> </ul>	Parámetros físicos		
		- Solidos Suspendidos	g	
		- Turbidez	NTU	
		- Color	Pt/Co	
		- Temperatura	°C	
		Parámetro químico		
		- DBO5	mg O <sub>2</sub> /l	
		- Potencial de hidrogeno	Unidades de Ph	
		Parámetro biológico		
		- Coliformes totales	NMP/100ml	
<b>Variable de Independiente</b>		<b>Indicadores</b>	<b>Valor final</b>	<b>Tipo de variable</b>
<b>Almidón de papa</b>	Balanza analítica	Dosis suministrada de almidón extraído de la papa amarilla.	20, 50, 70 y 100 mg	Nominal politómica

## **CAPÍTULO III**

### **MÉTODOLÓGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Según la planificación de las mediciones, el presente estudio es prospectivo, ya que se trabajó con datos primarios, es decir, el propio investigador recolecto la información de las variables y mediciones. Según el número de las variables analíticas, el presente estudio es analítico, ya que se trabajó con 2 variables analíticas. Según el número de mediciones de la variable en estudio, el presente estudio es longitudinal, ya que se hicieron mediciones más de una vez. Según la intervención del investigador, el presente estudio es con intervención, ya que se modificó los valores de la variable evaluativa, haciendo una intervención con una variable de calibración (Supo y Zacarías, 2020).

##### **3.1.1. ENFOQUE**

El presente estudio tuvo un enfoque cuantitativo y esto se debe a que se usó la estadística como herramienta para analizar los datos. Asimismo, se analizó la realidad de manera objetiva, en función a procesos secuenciales y deductivos, para la obtención de resultados, con la predicción y precisión de datos (Supo y Zacarías, 2020).

##### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

En conformidad con los alcances establecidos en la investigación, el presente estudio es de nivel aplicativo, ya que existió una intervención y el análisis estadístico fue orientado a evaluar el éxito de la intervención (Supo y Zacarías, 2020).

##### **3.1.3. DISEÑO**

El diseño del presente estudio corresponde a un experimento cuasi experimental, ya que a cada grupo de estudio se le hizo una intervención (Supo y Zacarías, 2020).

El diseño de la presente investigación estuvo orientado hacia un diseño cuasi experimental en la cual la muestra no fue aleatorizada, incluyo una muestra control; donde se hicieron 2 repeticiones.

El siguiente esquema ilustra el diseño del estudio:

**GE<sub>1</sub>: O<sub>1</sub> – X<sub>1</sub> – O<sub>2</sub>; O<sub>1</sub> ≠ O<sub>2</sub>**

**GE<sub>2</sub>: O<sub>1</sub> – X<sub>2</sub> – O<sub>2</sub>; O<sub>1</sub> ≠ O<sub>2</sub>**

**GE<sub>3</sub>: O<sub>1</sub> – X<sub>3</sub> – O<sub>2</sub>; O<sub>1</sub> ≠ O<sub>2</sub>**

**GE<sub>4</sub>: O<sub>1</sub> – X<sub>4</sub> – O<sub>2</sub>; O<sub>1</sub> ≠ O<sub>2</sub>**

X<sub>1</sub>: Intervención con 20mg/L de almidón extraído de la papa

X<sub>2</sub>: Intervención con 50mg/L de almidón extraído de la papa

X<sub>3</sub>: Intervención con 70mg/L de almidón extraído de la papa

X<sub>4</sub>: Intervención con 100mg/L de almidón extraído de la papa

O<sub>1</sub>: Observación inicial de los sólidos suspendidos en el agua.

O<sub>2</sub>: Observación final de los sólidos suspendidos en el agua.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. POBLACIÓN

El presente estudio tuvo una población desconocida de agua de un pozo subterráneo ubicado en el distrito de Pillco Marca, provincia de Huánuco, departamento de Huánuco.

El pozo subterráneo se encuentra ubicado cerca de la carretera nacional en la localidad de Andabamba frente a Qaliwarma, la cual cuenta con las coordenadas UTM que se muestran a continuación:

**Tabla 12**

*Coordenadas UTM del pozo*

Coordenadas UTM	
Este	Norte
364284.48	8893798.15

### 3.2.2. MUESTRA

La muestra se tomó en la cantidad total (12 litros) de agua subterránea de un pozo privado, la elección de las unidades de muestra fue de manera aleatoria. Para hacer posible la toma de muestra, fue realizada en base al Protocolo de monitoreo de calidad de agua subterránea (Gidahatari, 2013). La unidad usada en el proceso de análisis comprende un total 250ml de agua y efectuado según 9 muestras al laboratorio.

### 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 13

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

Variables	Indicadores	Técnica	Instrumentos
<b>Coagulación</b>	Dosis suministrada de almidón de la papa amarilla	-----	Balanza analítica
	Turbidez (UNT)		Turbidímetro
<b>Sólidos suspendidos totales</b>	Color (Pt/co)		Colorímetro
	Temperatura (°C)	Observación	Multiparámetro
	Potencial de hidrogeno		Peachimetro

#### 3.3.1. PROTOCOLO PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

En este proceso se consideró los requisitos que se deben seguir para la toma de muestras del agua subterránea del pozo y retirar el almidón de las papas. Se analizaron sus componentes físicos y líquidos para que sea posible determinar los parámetros antes de la intervención con el almidón de papa.

### **3.3.1.1. PROCEDIMIENTO PARA EL MUESTREO DE AGUA SUBTERRANEA**

La toma de muestras se realizó según el protocolo de aguas subterráneas efectuado por Gidahatari (2013).

#### **Documentación de campo:**

- Protocolo de muestreo
- Mapeo
- Materiales: cuadernos, libreta de campo y notas.

#### **Equipos y materiales de muestreo:**

- Recipientes de embalaje y porta muestras y, si es necesario, almacenamiento de agua para lavar.
- Materiales de soporte (rollos de papel, adhesivos, cordones, bolsas plásticas)

#### **Etiquetas de muestras**

Cada muestra se identificó con los siguientes datos:

- Código
- Notas de muestra
- Fecha y hora de toma de la muestra

#### **Método de Toma**

El personal encargado de tomar la muestra bajo por la escalera del pozo para la toma de la muestra, la cual se llenó de agua en el recipiente indicado, se selló herméticamente, se etiqueta y se recoge para su transporte al laboratorio.

El llenado del envase se realizó al tope sin dejar ninguna cámara de aires debajo del tapón de cierre y el agua. Al tener las muestras de agua en frascos y a su vez detectadas, se almacenaron a 4 °C y en la oscuridad.

### **3.3.1.2. PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DEL ALMIDÓN**

Para la obtención de almidón de papa se utilizó la metodología propuesta por Aristizábal y Sánchez (2007).

#### **Equipos y materiales:**

- Papa amarilla.
- Licuadora
- Estufa
- Cuchillo
- 5 recipientes
- Tamiz #100
- Espátula
- 2 litros de agua destilada
- Mortero y pilón
- Bolsas con cierre hermético
- Rollo de papel toalla

#### **Obtención del almidón**

Para la obtención del almidón se seleccionó la variedad de papa amarilla, luego se procedió a descartar impurezas y tubérculos dañados. Se lavo y pelo las papas para luego cortarlas en rodajas y triturarlas en una licuadora.

La pasta resultante del licuado, se filtró con la ayuda de un tamiz #100 agregando agua destilada, el líquido resultante se recibió en un recipiente hasta que salga claro. Luego se dejó sedimentar por 4 horas. Después de ese tiempo se separó el agua presente y se llevó los recipientes a una estufa a 48°C por 24 horas.

Pasado ese tiempo se procedió a moler la pasta con un mortero. Finalmente se almaceno el almidón molido en bolsas con cierre hermético.

### **3.3.1.3. EJECUCIÓN DEL EXPERIMENTO**

#### **Materiales**

- 4 vasos precipitados de 1 litro
- 2 placa petri pequeña con tapa
- 2 espátulas
- 2 magnetos
- 2 probetas de 1000 ml.

#### **Equipos**

- 2 agitador magnético
- 2 magnetos
- Balanza analítica

#### **Procedimiento**

En 4 vasos precipitados se añadieron 1000 ml de agua de pozo en cada vaso, luego se agregó almidón gelificado de 50 mg y 100mg respectivamente; luego fue programado el equipamiento correspondiente a test de jarras para hacer posible que floclara a 120 rpm en el transcurso de 1 minuto y a 40 rpm durante 15 minutos. Este proceso se repitió 2 veces para cada grupo.

Luego se almacenó las 4 muestras en envases de vidrio oscuro y también se almaceno una muestra de agua sin intervención del almidón, se puso su respectiva etiqueta y se llevó las 5 muestras a analizar los parámetros al laboratorio certificado.

### **3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Para la presentación de datos se utilizó, tablas que indican los parámetros y resultados del análisis, como también gráficos estadísticos, considerando la narrativa científica para la correcta interpretación de los resultados, lo cual también será útil para la discusión y conclusiones del presente estudio.

### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

El análisis para que sea procesado los datos realizó en conjunto con gráficos, tablas, generación de datos estadísticos, checklist; todo en conjunto con el MS Excel.

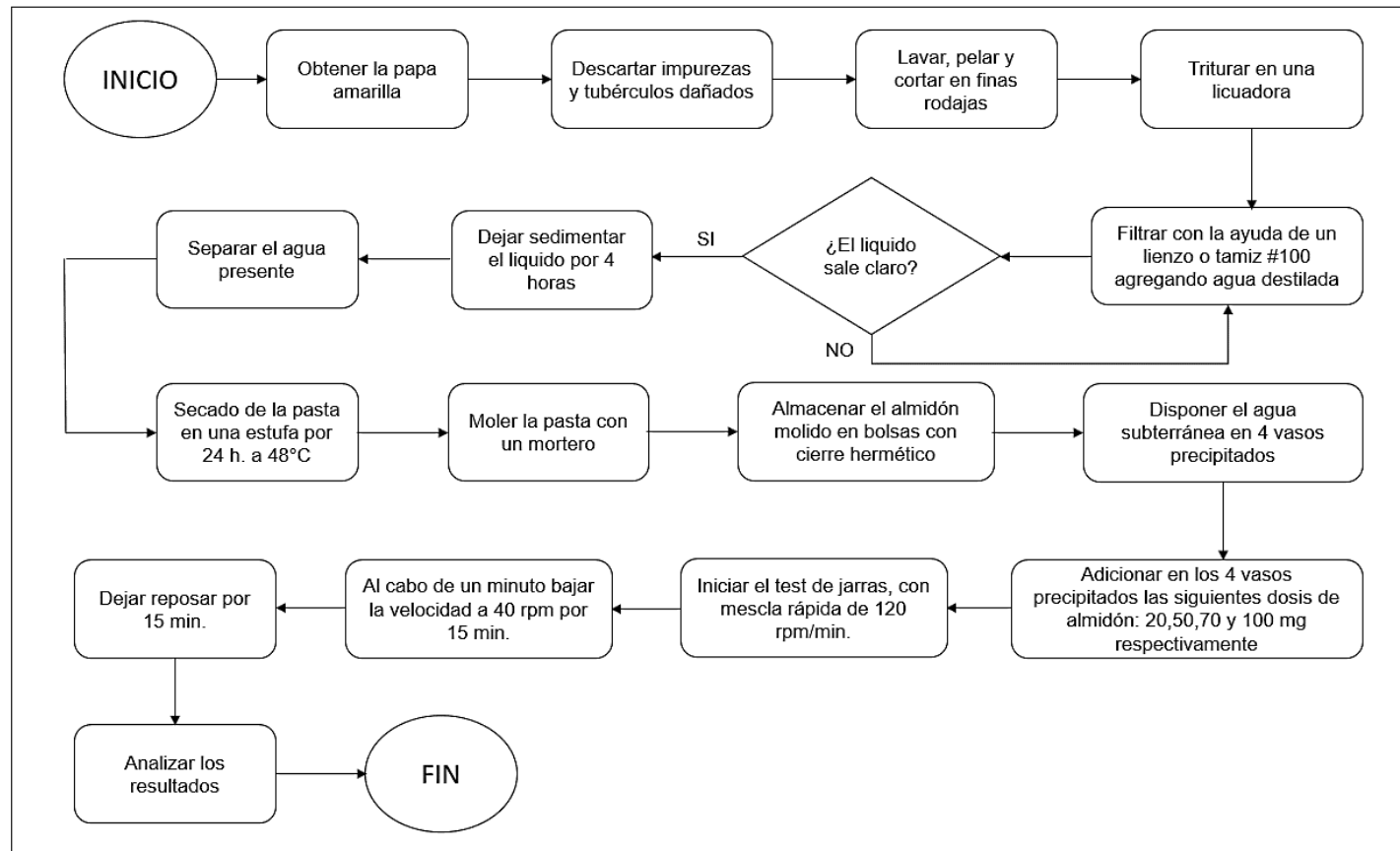
Como prueba estadística en este proyecto se utilizó el análisis de varianza (ANOVA) de una vía, cual es útil haciendo posible determinar las distinciones existentes significativas estadísticamente entre la media de tres o más grupos. Asimismo, es posible apreciar el empleo de procesos estadísticos en la contratación de la hipótesis.

#### **3.4.1. DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO**

En la figura 5 se muestra todo el proceso que se realizó para el presente trabajo de investigación, teniendo en cuenta que para la obtención de almidón de papa se utilizó la metodología propuesta por Aristizábal y Sánchez (2007). Para la obtención de agua de pozo se tomó en cuenta la normativa de muestreo de aguas subterráneas.

**Figura 4**

*Diagrama de flujo*



*Nota.* En la siguiente figura se observa el procedimiento completo del presente trabajo de investigación.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.5. PROCESAMIENTO DE DATOS ESTADÍSTICOS

##### 4.5.1. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. CONDUCTIVIDAD (UMHO/CM)

Tabla 14

Resultados para el parámetro Conductividad (umho/cm)

DOSIS PARA MUESTREO	FUENTE	N° DE MUESTRA	Cond. (umho/cm)
*DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	SUBSUELO	192	562
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	193	568
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	194	557
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	195	562
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	196	554
ECA D.S. N°04-2017-MINAM			2500

*Nota.* Se visualiza los resultados del experimento aplicando diferentes dosis de almidón, para el parámetro conductividad (umho/cm) de la muestra sin intervención del almidón (\*) y con intervención del almidón con 100 y 50 mg/l con dos repeticiones, los resultados varían entre 554 y 568 umho/cm.

Tabla 15

Estadísticas descriptivas - parámetro Conductividad

Dosis de Muestreo	Media	Desviación estándar	N° Muestras
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	562.00		1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	562.50	7.78	2
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	558.00	5.66	2
ECA D.S. N°04-2017-MINAM	2500		

*Nota.* Resultado del cálculo de la media y desviación estándar para el parámetro de conductividad de la muestra de agua con dosis de 50 y 100 mg/l con dos repeticiones.

En la tabla 16 y en la figura 5, se puede apreciar que no hay diferencia significativa en las medias aplicando la dosis 0 mg/l y 100 mg/l de almidón, pero si hay diferencia aplicando la dosis 50 mg/l. Pero todas las muestras están por debajo de los estándares según norma.

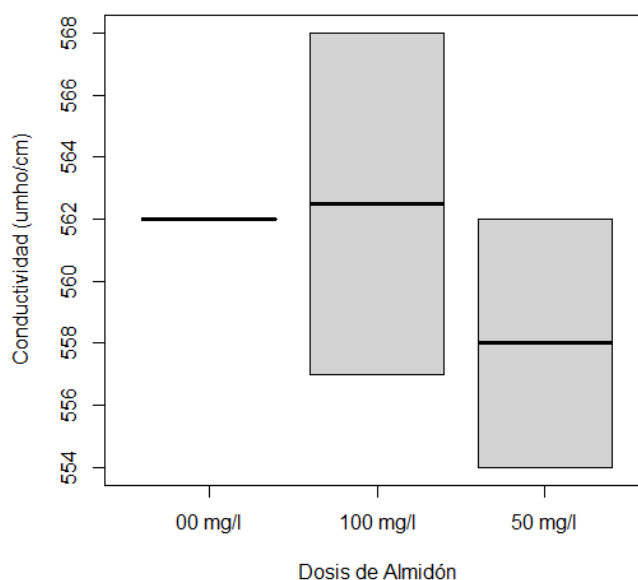
Se usa el método estadístico ANOVA, para comparar las medias de conductividad de las diferentes dosis, y revisar las diferencias significativas, a continuación, se muestra las hipótesis:

H0: La media de los 3 grupos son iguales

H1: Al menos una media es diferente de los 3 grupos

**Figura 5**

*Resultados de Conductividad (umho/cm)*



*Nota.* Gráfico del resultado del análisis del parámetro de conductividad del agua subterránea sin intervención y con intervención de las dosis de almidón y el cálculo de la media.

**Tabla 16**

*ANOVA Conductividad (umho/cm)*

	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>Data</b>	<b>2</b>	22.7	<b>11.35</b>	0.245	<b>0.803</b>
Residuals	2	92.5	46.25	-	-

*Nota:* El F value es 0.32 y el p value es mayor a 0.05. No podemos rechazar la hipótesis Nula. Es decir, existe evidencia que las medias para la variable Conductividad no son diferentes, al aplicar diferentes dosis de almidón a las muestras de agua.

#### 4.5.2. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (MG/L)

**Tabla 17**

*Resultados para el parámetro Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)*

Dosis para muestreo	Fuente	N° de Muestra	Sol. T. mg/l
* DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	SUBSUELO	192	25
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	193	24
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	194	23
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	195	24
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	196	25
ECA D.S. N°04-2017-MINAM			≤25

*Nota.* Se visualiza los resultados del experimento aplicando diferentes dosis de almidón, para el parámetro Solidos Suspendidos Totales (mg/l) de la muestra sin intervención del almidón (\*) y con intervención del almidón con 100 y 50 mg/l con dos repeticiones, los resultados varían entre 23 y 25 mg/l.

**Tabla 18**

*Estadística Descriptiva Sólidos Suspendidos Totales*

Dosis de Muestreo	Media	Desviación Estandar	N° de Muestras
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	25		1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	23.5	0.71	2
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	24.5	0.71	2
ECA D.S. N°04-2017-MINAM	≤25		

*Nota.* Resultado del cálculo de la media y desviación estándar para el parámetro de Solidos Suspendidos Totales (mg/l) de la muestra de agua con dosis de 50 y 100 mg/l con dos repeticiones

En la tabla 19 y en la figura 6, se puede observar que para la dosis 00 mg/l la media es 25; para la dosis 100 mg/l, la media y la desviación estándar es 23.5 y 0.71 respectivamente; para la dosis 50 mg/l, la media y la desviación estándar es 24.5 y 0.71 respectivamente. En todos los resultados obtenidos para las diferentes dosis no se excede el límite máximo permitido por norma es 25.

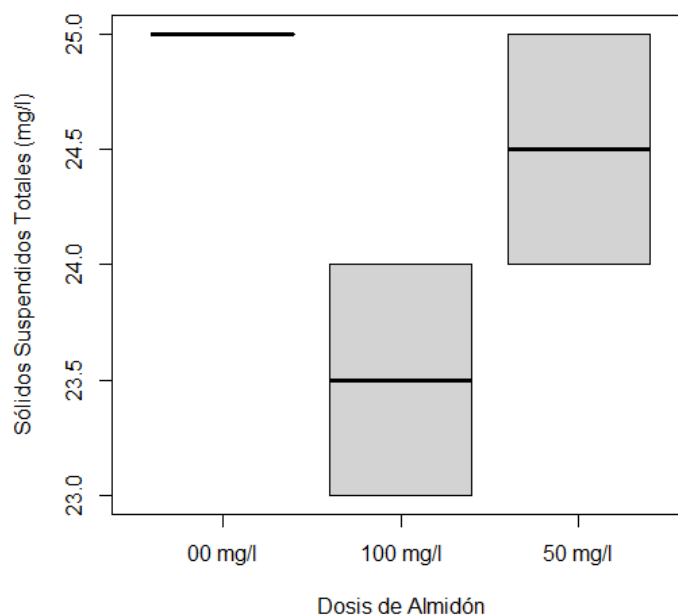
Se usa el método estadístico ANOVA, para comparar las medias de Solidos Suspendidos Totales de las diferentes dosis, y revisar las diferencias significativas, a continuación, se muestra las hipótesis:

H0: La media de los 3 grupos son iguales

H1: Al menos una media es diferente de los 3 grupos

**Figura 6**

*Resultados de Sólidos Suspendidos Totales (mg/l)*



*Nota.* Gráfico del resultado del análisis del parámetro de conductividad del agua subterránea sin intervención y con intervención de las dosis de almidón y el cálculo de la media.

**Tabla 19**

*ANOVA Sólidos Suspendidos Totales*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Dosis</b>	2	1.8	0.9	1.8	0.357
Residuals	2	1	0.5		

*Nota.* El F value es 1.8 y el p value es mayor a 0.05. No podemos rechazar la hipótesis Nula. Es decir, existe evidencia que las medias para la variable Sólidos Suspendidos Totales no son diferentes, al aplicar diferentes dosis de almidón a las muestras de agua.

#### 4.5.3. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. TURBIEDAD (UNID)

Tabla 20

Resultados para el parámetro Turbiedad (unid)

Dosis para muestreo	Fuente	N° de Muestra	Turb (Unid)
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	SUBSUELO	192	0.1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	193	0.1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	194	0.1
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	195	0.1
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	196	0.1
ECA D.S. N°04-2017-MINAM			5

*Nota.* Se visualiza los resultados del experimento aplicando diferentes dosis de almidón, para el parámetro Turbiedad (unid) de la muestra sin intervención del almidón (\*) y con intervención del almidón con 100 y 50 mg/l con dos repeticiones, los resultados son de 0.1 unid en todas las muestras.

Tabla 21

Estadística Descriptiva turbiedad (Unid)

Dosis de Muestreo	Media	Desviación Estándar	N° de Muestras
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	0.10		1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	0.10	0.00	2
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	0.10	0.00	2
ECA D.S. N°04-2017-MINAM	5		

*Nota.* Resultado del cálculo de la media y desviación estándar para el parámetro de Turbiedad (unid) la muestra de agua con dosis de 50 y 100 unid con dos repeticiones.

En la tabla 22 y figura 7, se muestra las estadísticas descriptivas para dicha variable, todas tienen una media igual 0.1 y desviación estándar igual a 0, parámetros menores al límite permisible según norma.

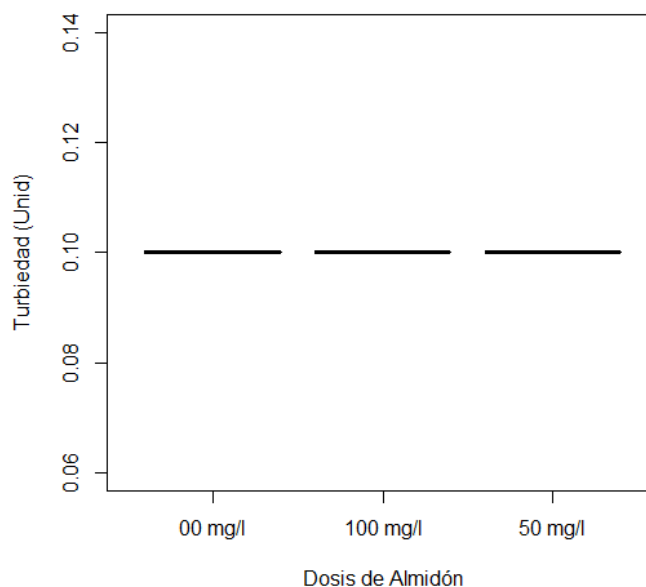
Se usa el método estadístico ANOVA, para comparar las medias de Sólidos Suspendidos Totales de las diferentes dosis, y revisar las diferencias significativas, a continuación, se muestra las hipótesis:

H0: La media de los 3 grupos son iguales

H1: Al menos una media es diferente de los 3 grupos

**Figura 7**

*Resultados de Turbiedad (Unid)*



*Nota.* Gráfico del resultado del análisis del parámetro de Turbiedad del agua subterránea sin intervención y con intervención de las dosis de almidón y el cálculo de la media.

**Tabla 22**

*ANOVA Turbiedad*

	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Dosis	2	0	0	NaN	NaN
Residuals	2	0	0		

*Nota.* No se puede aceptar o rechazar la hipótesis NULA.

#### **4.5.4. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. COLOR (UCV)**

**Tabla 23**

*Resultados para el parámetro Color (UCV)*

<b>Dosis para muestreo</b>	<b>Fuente</b>	<b>N° de Muestra</b>	<b>Turb (Unid)</b>
*DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	SUBSUELO	192	0
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	193	0
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	194	0
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	195	0
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	196	0
ECA D.S. N°04-2017-MINAM			100

*Nota.* Se visualiza los resultados del experimento aplicando diferentes dosis de almidón, para el parámetro Color (UCV) de la muestra sin intervención del almidón (\*) y con intervención del almidón con 100 y 50 mg/l con dos repeticiones, los resultados son de 0 ucv en todas las muestras.

**Tabla 24**

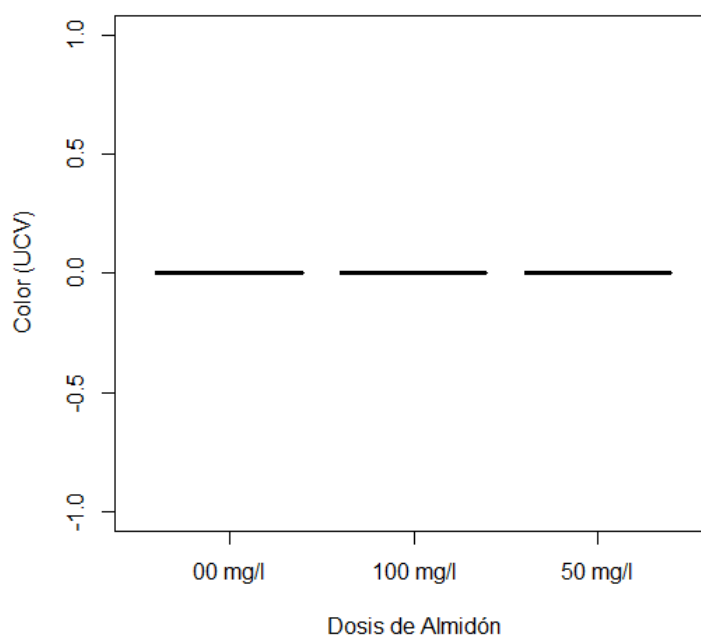
*Estadística descriptiva Color (UCV)*

Dosis de Muestreo	Media	Desviación Estándar	N° de Muestras
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	0.00		1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	0.00	0.00	2
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	0.00	0.00	2
ECA D.S. N°04-2017-MINAM	100		

*Nota.* Resultado del cálculo de la media y desviación estándar para el parámetro de Color (ucv) la muestra de agua con dosis de 50 y 100 unid con dos repeticiones.

**Figura 8**

*Resultados de Color (UCV)*



*Nota.* Gráfico del resultado del análisis del parámetro de Color del agua subterránea sin intervención y con intervención de las dosis de almidón y el cálculo de la media.

En la tabla 25 y figura 8, se muestra la estadística descriptiva, donde se puede apreciar que la media y la desviación estándar es 0,

debido a que el resultado para todas las muestras es 0, valor que es menor al límite establecido por norma.

Se usa el método estadístico ANOVA, para comparar las medias de la variable Color en las diferentes dosis, y revisar las diferencias significativas, a continuación, se muestra las hipótesis:

H0: La media de los 3 grupos son iguales

H1: Al menos una media es diferente de los 3 grupos

**Tabla 25**

*ANOVA Color*

	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>Dosis</b>	<b>2</b>	0	<b>0</b>	NaN	NaN
Residuals	2	0	0		

*Nota.* Para la variable de Color, no se puede aceptar o rechazar la hipótesis NULA.

#### **4.5.5. PARAMETRO FISICO – QUÍMICO. TEMPERATURA**

**Tabla 26**

*Resultados para el parámetro Temperatura*

<b>Dosis para muestreo</b>	<b>Fuente</b>	<b>N° de Muestra</b>	<b>T° °C</b>
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	SUBSUELO	192	23
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	193	23
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	194	23
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	195	23
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	196	23
ECA D.S. N°04-2017-MINAM			

*Nota.* Se visualiza los resultados del experimento aplicando diferentes dosis de almidón, para el parámetro Temperatura (°C) de la muestra sin intervención del almidón (\*) y con intervención del almidón con 100 y 50 mg/l con dos repeticiones, los resultados son de 23 °C en todas las muestras.

**Tabla 27**

*Estadística descriptiva Temperatura (°C)*

Dosis de Muestreo	Media	Desviación Estándar	N° de Muestras
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	23		1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	23	0.00	2
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	23	0.00	2
ECA D.S. N°04-2017-MINAM			

*Nota.* Resultado del cálculo de la media y desviación estándar para el parámetro de Temperatura (°C) la muestra de agua con dosis de 50 y 100 unid con dos repeticiones.

En la tabla 28 y figura 9, se muestra las estadísticas descriptivas para dicha variable, para esta variable no se tiene un valor de referencia según norma.

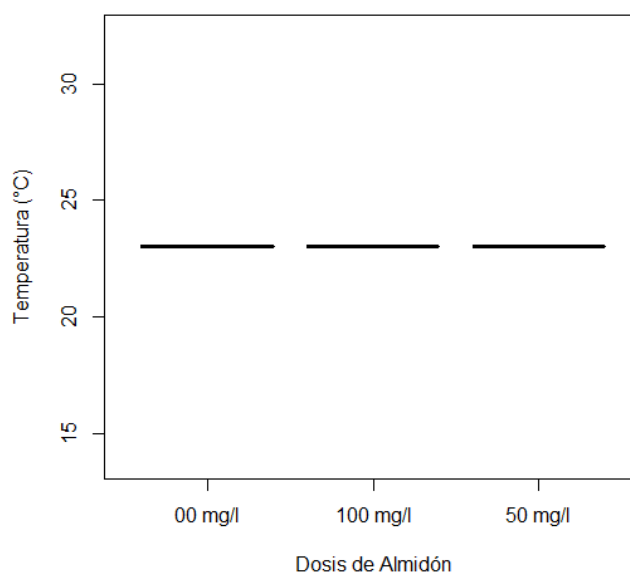
Se usa el método estadístico ANOVA, para comparar las medias de la variable Color en las diferentes dosis, y revisar las diferencias significativas, a continuación, se muestra las hipótesis:

H0: La media de los 3 grupos son iguales

H1: Al menos una media es diferente de los 3 grupos

**Figura 9**

*Resultados de Temperatura (°C)*



*Nota.* Gráfico del resultado del análisis del parámetro de Temperatura (°C) del agua subterránea sin intervención y con intervención de las dosis de almidón y el cálculo de la media.

**Tabla 28**

*ANOVA Temperatura*

	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>Dosis</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	NaN	NaN
Residuals	2	0	0		

*Nota.* No se puede aceptar o rechazar la hipótesis NULA.

#### 4.5.6. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. PH

**Tabla 29**

*Resultados para el parámetro PH*

<b>Dosis para muestreo</b>	<b>Fuente</b>	<b>N° de Muestra</b>	<b>PH</b>
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	SUBSUELO	192	7.7
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	193	7.8
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	194	7.7
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	195	7.8
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	196	7.7
ECA D.S. N°04-2017-MINAM			6.5-8.5

*Nota.* Se visualiza los resultados del experimento aplicando diferentes dosis de almidón, para el parámetro pH de la muestra sin intervención del almidón (\*) y con intervención del almidón con 100 y 50 mg/l con dos repeticiones, los resultados varían entre 7.7 y 7.8 en las muestras.

**Tabla 30**

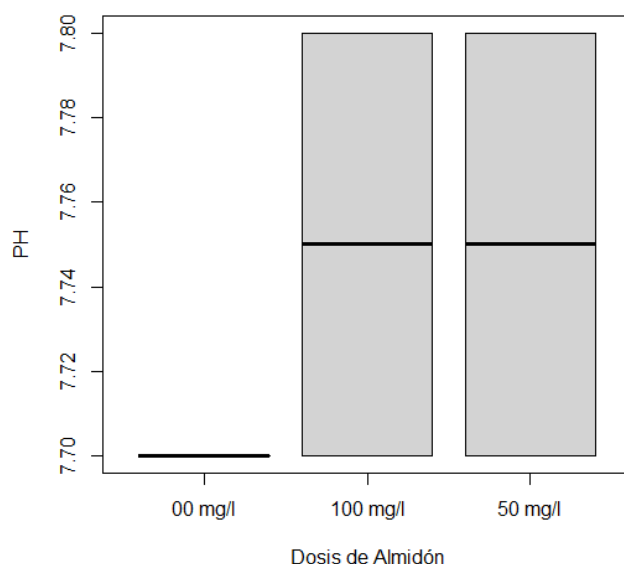
*Estadística Descriptiva PH*

<b>Dosis para muestreo</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación Estándar</b>	<b>N° de Muestras</b>
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	7.7		1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	7.75	0.071	2
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	7.75	0.071	2
ECA D.S. N°04-2017-MINAM			6,5-8,5

*Nota.* Resultado del cálculo de la media y desviación estándar para el parámetro de pH de la muestra de agua con dosis de 50 y 100 unid con dos repeticiones.

**Figura 10**

*Resultados de PH*



*Nota.* Gráfico del resultado del análisis del parámetro de pH del agua subterránea sin intervención y con intervención de las dosis de almidón y el cálculo de la media.

En la tabla 31 y figura 10, se muestran las estadísticas descriptivas, la media para la dosis 0 mg/l es 7.7 y una desviación estándar de 0, para la dosis 100 mg/l la media es 7.75 con una desviación estándar de 0.071, y para la dosis de 50 mg/l la media es 7.75 y su desviación estándar es 0.071, en todos los casos están por debajo de los límites según norma.

Se usa el método estadístico ANOVA, para comparar las medias de la variable Color en las diferentes dosis, y revisar las diferencias significativas, a continuación, se muestra las hipótesis:

H0: La media de los 3 grupos son iguales

H1: Al menos una media es diferente de los 3 grupos

**Tabla 31**

*ANOVA Ph*

	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
<b>Dosis</b>	<b>2</b>	0.002	<b>0.001</b>	0.2	0.833
Residuals	2	0.01	0.005		

*Nota.* El F value es 0.2 y el p value es mayor a 0.05, No podemos rechazar la hipótesis Nula. Es decir, existe evidencia que las medias para la variable PH no son diferentes, al aplicar diferentes dosis de almidón a las muestras de agua.

#### 4.5.7. PARÁMETRO FÍSICO – QUÍMICO. DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (MG/L)

**Tabla 32**

*Resultados para el parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)*

Dosis para muestreo	Fuente	N° de Muestra	DBO (mg/l)
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	SUBSUELO	192	1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	193	1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	194	1
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	195	1
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	196	1
ECA D.S. N°04-2017-MINAM			15

*Nota.* Se visualiza los resultados del experimento aplicando diferentes dosis de almidón, para el parámetro DBO (mg/l) de la muestra sin intervención del almidón (\*) y con intervención del almidón con 100 y 50 mg/l con dos repeticiones, los resultados son de 1mg/l en todas las muestras.

**Tabla 33**

*Estadística Descriptiva Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)*

Dosis de Muestreo	Media	Desviación Estándar	N° de Muestras
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	1		1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	1	0.00	2
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	1	0.00	2
ECA D.S. N°04-2017-MINAM			15

*Nota.* Resultado del cálculo de la media y desviación estándar para el parámetro de DBO de la muestra de agua con dosis de 50 y 100 unidad con dos repeticiones.

En la tabla 33, se muestran los valores obtenidos para la variable Demanda Bioquímica de Oxígeno DBO (mg/l), en todos los casos se obtuvo un valor de 1. En la tabla 34 y figura 11, se muestra la estadística descriptiva, para el caso de dosis 0 mg/l de almidón de tiene una media de 1 y una desviación estándar de 0, para el caso de 100 mg/l de almidón se tiene una media 1 y una desviación estándar de 0, para el caso 50 mg/l de almidón se tiene una media de 1 y una desviación estándar de 0, en todos los casos están por debajo de límite establecido por norma.

Se usa el método estadístico ANOVA, para comparar las medias

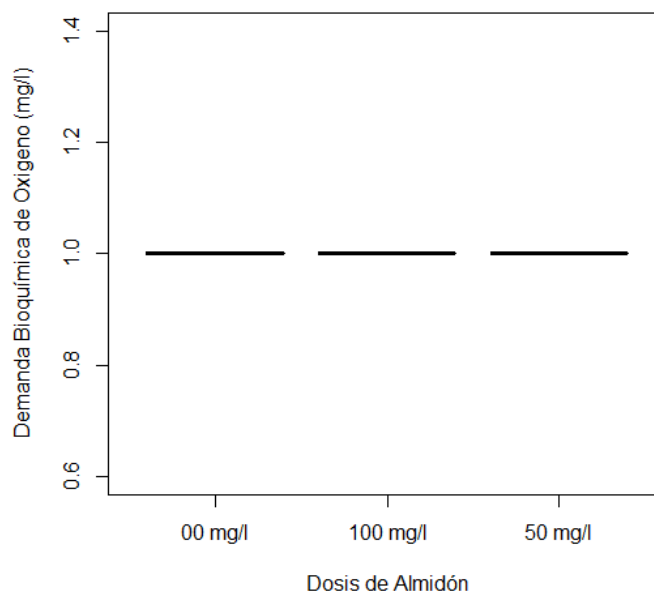
de la variable Color en las diferentes dosis, y revisar las diferencias significativas, a continuación, se muestra las hipótesis:

H0: La media de los 3 grupos son iguales

H1: Al menos una media es diferente de los 3 grupos

**Figura 11**

*Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l)*



*Nota.* Gráfico del resultado del análisis del parámetro de pH del agua subterránea sin intervención y con intervención de las dosis de almidón y el cálculo de la media.

**Tabla 34**

*ANOVA Demanda Bioquímica de Oxígeno*

	<b>Df</b>	<b>Sum Sq</b>	<b>Mean Sq</b>	<b>F value</b>	<b>Pr(&gt;F)</b>
Data	2	1.972E-31	9.861E-32	Inf	<2e-16
Residuals	2	0	0		

*Nota.* El F value es 0.32 y el p value es menor a 0.05, Podemos rechazar la hipótesis Nula. Es decir, existe evidencia que las medias para la variable Demanda Bioquímica de Oxígeno son diferentes, al aplicar diferentes dosis de almidón a las muestras de agua.

#### 4.5.8. PARÁMETRO. COLIFORMES FECALES

**Tabla 35**

*Coliformes Fecales (NMP/1000ml)*

Dosis para muestreo	Fuente	N° de Muestra	Coliformes Fecales (NMP/1000ml)
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	SUBSUELO	192	79
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	193	75
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	194	54
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	195	77
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	196	53
ECA D.S. N°04-2017-MINAM			1000

*Nota.* Se visualiza los resultados del experimento aplicando diferentes dosis de almidón, para el parámetro coliformes fecales (NMP/1000ml) de la muestra sin intervención del almidón (\*) y con intervención del almidón con 100 y 50 mg/l con dos repeticiones, los resultados varían de 53 y 79.

**Tabla 36**

*Estadística Descriptiva Coliformes Fecales (NMP/1000ml)*

Dosis de Muestreo	Media	Desviación Estandar	N° de Muestras
DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	79.00		1
DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	64.50	14.85	2
DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	65.00	16.97	2
ECA D.S. N°04-2017-MINAM	1000		

*Nota.* Resultado del cálculo de la media y desviación estándar para el parámetro de coliformes fecales de la muestra de agua con dosis de 50 y 100 unidad con dos repeticiones.

En la tabla 37 y figura 12, se muestra las estadísticas descriptivas de la variable, para la dosis 0 mg/l de almidón se obtuvo una media de 79 y una desviación estándar de 0, para la dosis 100 mg/l de almidón se obtuvo una media de 64.5 y una desviación estándar de 14.85, para la dosis de 50 mg/l de almidón se obtuvo una media de 65 y una desviación estándar de 16.97. Todos los valores están por debajo de los límites máximos permitidos por norma.

Se usa el método estadístico ANOVA, para comparar las medias

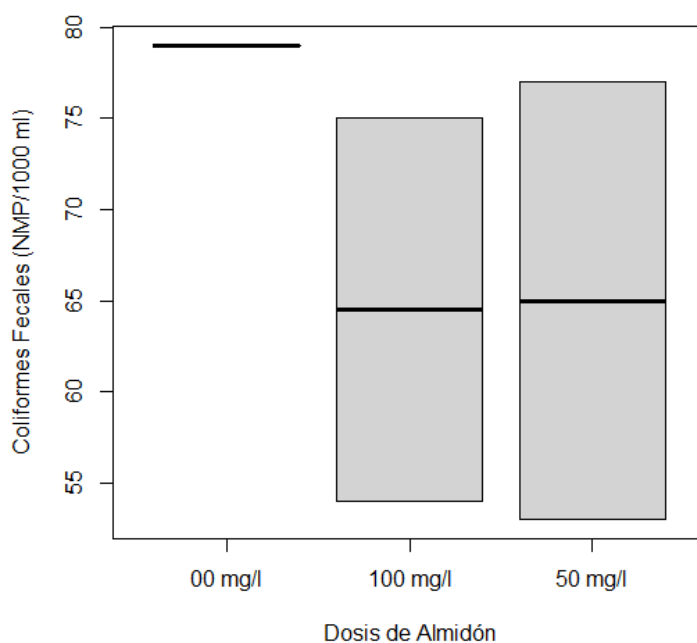
de la variable Color en las diferentes dosis, y revisar las diferencias significativas, a continuación, se muestra las hipótesis:

H0: La media de los 3 grupos son iguales

H1: Al menos una media es diferente de los 3 grupos

**Figura 12**

*Resultados de Coliformes Fecales (NMP/1000 ml)*



*Nota.* Gráfico del resultado del análisis del parámetro de Coliformes Fecales del agua subterránea sin intervención y con intervención de las dosis de almidón y el cálculo de la media.

**Tabla 37**

*ANOVA Coliformes*

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
<b>Data</b>	<b>2</b>	162.7	<b>81.35</b>	0.32	<b>0.758</b>
Residuals	2	508.5	254.25		

*Nota.* El F value es 0.32 y el p value es mayor a 0.05, No podemos rechazar la hipótesis Nula. Es decir, existe evidencia que las medias para la variable Coliformes no son diferentes, al aplicar diferentes dosis de almidón a las muestras de agua.

## CAPITULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente estudio tiene como objetivo determinar la efectividad de la coagulación de almidón de papa para la reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas, por medio del análisis de ciertos parámetros como: Conductividad, Sólidos suspendidos totales, Turbidez, Color, Temperatura, pH, DBO5, Coliformes fecales.

Cabe precisar que la muestra de agua utilizado en la presente investigación pertenece a la categoría 3 subcategoría D1 (agua de pozo subterránea) y las muestras de agua de los investigadores pertenecen a la categoría 4 subcategoría E2, Orosco (2020) utilizó el agua del Río Vinces, Padilla y Zárate (2020) utilizó el agua de la Quebrada Rumiyacu y Cainaba y Delgado (2020) utilizó agua turbia sintética.

Los resultados obtenidos demuestran que la coagulación del almidón de papa para la reducción de los sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas, no es efectivo; teniendo como parámetro la Turbidez con un valor inicial de 0.10 NTU y final de 0.10 NTU lo que discrepa con Cainaba y Delgado (2020); quien en su investigación obtuvo como resultado una turbidez inicial de 801 NTU y una turbidez final de 10.44 NTU. Así mismo; se comparó con la investigación de Orosco (2020), teniendo como parámetro la Turbidez con un valor inicial de 0.10 NTU y final de 0.10 NTU lo que también discrepa con Orosco (2020); quien en su investigación encontró que en los tratamientos P1, P2, P3, P4, se obtuvo diferentes resultados de turbidez final en las siguientes tratamientos que son: tratamiento P1 se obtuvo una turbidez de 6.22 UNT, tratamiento P2 se obtuvo una turbidez de 3.17 UNT, tratamiento P3 se obtuvo una turbidez de 4.72 UNT, pero en el tratamiento 4 hay una remoción de 2.02 UNT; notándose que la turbidez en los tratamientos P1, P2, P3, aumento entre 3 a 6 UNT, dado que la turbidez inicial es de 2.27 UNT, por lo cual la turbidez del tratamiento P4 es de 2.02 UNT.

Para el parámetro de Color en la presente investigación se obtuvo un valor inicial de 0 UCV y un valor final de 0 UCV; Padilla y Zárate (2020), en su

investigación obtuvo como resultado un color inicial de 229 Pt/Co de color y un color final de 9 Pt/Co, aquí observamos que los resultados obtenidos en la presente investigación discrepan mucho con los resultados obtenidos por Padilla y Zárate (2020).

En la presente investigación para el parámetro de sólidos suspendidos totales se obtuvo un valor inicial de 25 mg/l y un valor final de 24 mg/l; para la conductividad se obtuvo un valor inicial de 562 umho/cm y un valor final de 560.25 umho/cm; para el parámetro de temperatura se obtuvo un valor inicial de 23 °C y un valor final de 23 °C; para el parámetro de Ph se obtuvo un valor inicial de 7.7 y un valor final de 7.75; para el parámetro de DBO5 se obtuvo un valor inicial de 1 mg/l y un valor final de 1 mg/l; para el parámetro de coliformes fecales se obtuvo un valor inicial de 79 NMP/1000 ml y un valor final de 64.75 NMP/1000 ml; no encontramos investigación que haya tomado en cuenta estos parámetros mencionados. En las investigaciones tomadas en cuenta, encontramos que ellos tomaron en cuenta el parámetro de turbidez y color.

## CONCLUSIONES

En la presente investigación se llegó a la siguiente conclusión:

No se llegó a determinar la efectividad de la coagulación de almidón de papa (*Solanum tuberosum*) de la especie amarilla para la reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas en las concentraciones de 50 mg/l y 100 mg/l.

No se llegó a determinar la concentración óptima del almidón de papa (*Solanum tuberosum*) de la especie amarilla para la reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas en las concentraciones de 50 mg/l y 100 mg/l.

Luego de la evaluación de los parámetros químicos, físicos y biológicos del agua subterránea en las concentraciones de 50 mg/l y 100 mg/l, no se observa variación significativa entre el valor inicial y el valor final.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar más investigaciones a diferentes concentraciones del almidón de papa para así encontrar la efectividad en coagulación de los sólidos totales suspendidos.

Para el método de jarras se recomienda tener el equipo adecuado (agitador magnético) de menos de 100 rpm.

Se recomienda que la lectura de los resultados sea en el menor tiempo posible para evitar posibles alteraciones en el resultado final.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agudelo J. & Alvear A. (2015). *Estudio de la sedimentabilidad de los sólidos presentes en el tratamiento primario del agua residual doméstica de la ciudad de Cali* [tesis de pregrado, Universidad del Valle]. <https://hdl.handle.net/10893/8971>
- Aguilar, D. (2016). Análisis químico del almidón de papa para la obtención de papel higiénico. *ISSN en línea* 2519-1403,1(2),24-28. <http://dx.doi.org/10.18259/ing.2016010>
- Almendarez. N. (2004). Comparación de la efectividad del coagulante (cochifloc) en aguas del lago de Managua “piedras azules”, *Revista Iberoamericana de Polímeros*. Volumen 5(1). <https://n9.cl/q4opz>
- Aparicio, M. (2003). Caracterización fisicoquímica de los almidones nativos y modificados de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), camote (*Ipomeae batata* lam) y plátano valery (*Musa cavendish*). Universidad Veracruzana: Veracruz, México.
- Argandoña. L. & Macias. R (2013); *Determinación de sólidos totales, suspendidos, sedimentados y volátiles, en el efluente de las lagunas de oxidación situadas en la parroquia Colón, Cantón Portoviejo, provincia de Manabí, durante el período de marzo a septiembre 2013*. [tesis de pregrado, Universidad Técnica de Manabí]. <https://n9.cl/4o2p>
- Autoridad Nacional del Agua – ANA. (2017, 13 de enero). *Autoridades analizan problemática de la calidad del agua de pozos en Pucallpa*. <https://acortar.link/dpMifl>
- Barrenechea, A. (2004). Capítulo 4, Coagulación. En Lidia de Vargas, *Tratamiento de Aguas para consumo humano. Plantas de Filtración Rápida*. (pp 153- 223). OPS/CEPIS/PUB/04.109. <https://acortar.link/qwWbhb>
- Beléndez, A. (2017). *Calor y Temperatura*. Universidad de Alicante. <https://acortar.link/W61cYB>

- Burgos, G. & Stef de Hann. *Potencial Nutricional de la papa*. Centro Internacional de la Papa (CIP). <https://acortar.link/cHm17f>
- Cainaba, A. & Delgado, D. (2020). *Determinación de la efectividad como coagulante a partir de almidón de papa criolla (Solanum phureja) en la clarificación de aguas en muestras sintéticas*. [tesis de pregrado, Universidad Distrital Francisco José De Caldas]. Repositorio Institucional. <https://acortar.link/Bsi9YA>
- Carbajal A. & Gonzales M. (2012). Capítulo 3, Propiedades y funciones biológicas del agua. En Vaquero y Toxqui (eds), Agua para la salud. Pasado, presente y futuro. CSIC. <https://acortar.link/AYI8ZI>
- Centro Internacional de la Papa (CIP), y la Federación Departamental de Comunidades Campesinas (FEDECH). (2006). *Catálogo de variedades de papa nativa de Huancavelica-Perú*. Metrocolor. <https://acortar.link/FxldQH>
- Centro de Operaciones de Emergencia Nacional – COEN. (2022, 31 de enero). *REPORTE DE PELIGRO INMINENTE N° 004 - 31/1/2022 / COEN - INDECI / 21:00 HORAS (Reporte N° 22)*. <https://acortar.link/JMRYJS>
- Cogollo J. (2011). Clarificación de aguas usando coagulantes polimerizados: caso del hidroxiclورو de aluminio. DYNA, 78(165), 18-27. <https://acortar.link/fR8J25>
- Collazo M. & Montañó J. (2012). *Manual de agua subterránea*. Ministerio de Ganadería agricultura y pesca en Uruguay. <https://acortar.link/pkrsZI>
- Connor R. & Koncagül E. (2015). *Informe de las Naciones Unidas sobre los Recursos Hídricos en el Mundo 2015: Agua para un mundo sostenible*. WWAP ONU-Agua. <https://acortar.link/3hyOGc>
- COMUNIDAD ANDINA (2005). *Manual de Estadísticas Ambientales*. CAN: Santa Cruz de la Sierra. <https://acortar.link/4OslzK>

- Fuentes, J. (sf). *Aguas Subterráneas*. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. <https://acortar.link/2r0KNU>
- Granados C., Guzmán L., Acevedo D. Diaz M. & Herrera A. (2014). Propiedades funcionales del almidón de sagu (*Maranta arundinacea*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial* 12(2), 90-96. <https://acortar.link/rFGkeN>
- Gidahatari (2013); Protocolo de monitoreo de calidad de agua subterránea. <https://n9.cl/4zqx9>
- Guzmán, L., Villabona, A., Tejada, C. & García, R. (2013). Reducción de la turbidez del agua usando coagulantes naturales: Una revisión. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 16(1): 253 – 262. <https://acortar.link/cntmOY>
- Herrera, M. (2015); Evaluación del almidón de papa como floculante para el tratamiento de aguas residuales domésticas. <https://acortar.link/owEWLp>
- Hurtado J. & Baron K. (2017). *Propuesta de tratamiento físico-mecánico de las aguas subterráneas con problemas de dureza del Parque Residencial Puertas del Sol Distrito de la Victoria – Lambayeque*. [tesis pregrado, Universidad de Lambayeque]. <https://repositorio.udl.edu.pe/handle/UDL/114>
- Huaringa, J. y Vilcarano. D. (2019); Efectividad del coagulante obtenido de residuos de papa (*solanum tuberosum*) en la turbidez para la potabilización del agua. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6114>
- Instituto de Investigación y Desarrollo de Comercio Exterior de la Cámara de Comercio de Lima – IDEXCAM. (2018, agosto). *Papa, milenario producto andino* <https://acortar.link/gwS738>
- Inzunza, J. (2006). Capítulo 4. Temperatura. En *Meteorología descriptiva*. <https://acortar.link/8yoOg>
- Jácome, J. (2014). *Validación de métodos analíticos para la determinación de la demanda química de oxígeno (rango bajo, rango medio, rango alto)*,

*sólidos totales disueltos y sólidos totales suspendidos en matrices de agua clara y residual en el Centro de Investigaciones y Control Ambiental "CICAM". [tesis de pregrado, Universidad Técnica de Ambato]. <https://acortar.link/ngFSXi>*

Jaureguiberry, M. (sf). Unidad 7. Efluente Industriales. En Departamento de Ingeniería Industrial, *Seguridad e higiene en el trabajo*. <https://acortar.link/WhUZUW>

León R. (2024). *Evaluación de parámetros físicos – químicos y biológicos de las aguas subterráneas de las captaciones de San Marcos y Machicura, para determinar la categoría de sus aguas - Chontabamba – Oxapampa – 2022*. [Tesis pregrado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/4062>

López J., Fornés J., Ramos G. & Villarroya F. (2009). *Las aguas subterráneas. Un recurso natural del subsuelo*. Instituto Geológico y Minero de España. <http://hdl.handle.net/10261/273542>

Márquez A. (2021, 14 de enero). *Contaminación de las aguas subterráneas: causas y consecuencias*. Ecología Verde. <https://acortar.link/wIQilx>

Mamani. E. (2012); *Propuesta de Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua Subterránea*. <https://doi.org/10.47192/rcs.v3i1.80>

Mejía D., Latorre L., Chaves D., Trejo D., Valencia L., Ortega W. & Mena Y. (2021). *Usos Potenciales del Almidón de Papa*. <https://acortar.link/45sf0p>

Melian D. (2010). *Ensayo Comparativo de Dos Metodologías de Extracción de Almidón de Papa usando Muestras de Diez Variedades Nativas de Chiloé y dos Variedades Comerciales*. [Tesis pregrado, Universidad Austral de Chile]. <https://acortar.link/xzo8il>

Mendoza M., Ricalde V. & Hernández G. (2016). Capítulo 1, Estructura del almidón. En Mendoza M., Ricalde V. & Hernández G. (eds.), *Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano*. (pp 3 – 6).

Casa abierta al tiempo. Universidad Autónoma Metropolitana.  
<https://acortar.link/ESOYaF>

Mendoza-Cano O, Sánchez-Piña RA, Barrón-Quintana J, Cuevas-Arellano HB, Escalante-Minakata P, Solano-Barajas R. Riesgos potenciales de salud por consumo de agua con arsénico en Colima, México. *Salud Publica Mex* 2017; 59:34-40. <http://dx.doi.org/10.21149/8413>

Ministerio del Ambiente - MINAM (2017). Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. *Estándar de Calidad Ambiental del Agua*.  
<https://acortar.link/4AQO3t>

MINAM (2019); Proyecto de Decreto supremo que aprueba las disposiciones para la elaboración, revisión y aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental y Límites Máximos Permisibles. <https://n9.cl/nbey>

Momiy F., Rojas A., Rodríguez A., Méndez M. y Castro F. (2017). *Nuevo régimen especial de monitoreo y gestión de uso de aguas subterráneas a cargo de las EPS*. Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (SUNASS). <https://acortar.link/WzGllr>

OIML - Organización Internacional de Metrología Legal. (2011). *Guía OIML G – 14: Medición de densidad. Edición 2011 (E)*.  
<https://acortar.link/mXp4gP>

Orosco R. (2020); *Remoción de turbidez y SDT, aplicando almidón de yuca y papa en el agua de la quebrada Rumiyacu 2020*. [Tesis de pregrado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Universidad Cesar Vallejo.  
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/64498>

Orozco C., Pérez A., González N., Rodríguez F. & Alfayate J. (2011). Contaminación Ambiental. Una visión desde la química. ISBN: 978-84-9732-178-5. <https://acortar.link/q0Ui2S>

Orellana J. (2005). Tratamiento de las Aguas. Unidad temática N° 6. En *Libro de Ingeniería Sanitaria*. Universidad Tecnológica Nacional.  
<https://acortar.link/qGk0Ka>

- Paca F. (2017); *Evaluación de residuos vegetales de papa, yuca, camote y plátano, como coagulantes naturales para el tratamiento de aguas residuales procedentes de la industria láctea*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo]. <https://n9.cl/b56hz>
- Padilla A. & Zarate M. (2020), *Determinación de las características coagulantes del almidón de papa (solanum tuberosum) y de la tuna (opuntia ficus-indica) para remoción de turbidez en el proceso de tratamiento de aguas superficiales*. [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional de Guayaquil. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/54771>
- Peña, E. (2017). *Extracción y caracterización fisicoquímica y funcional de almidones de cinco variedades de papas nativas procedentes de llave (Puno)*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional la Molina. <https://acortar.link/QS0VDx>
- Cazares K.& Chavez A. (2022). *Determinación de la Calidad del Agua subterránea cercana a pozos ciegos en dos comunidades del Cantón 24 de mayo-Manabí*. [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. <https://acortar.link/YV4RMO>
- Quispe H. (2017). *Evaluación de Parámetros Fisicoquímicos en Aguas Subterráneas y Tratadas en la Empresa Elvimar S.R.L.* [Tesis de pregrado, Universidad Mayor de San Andrés]. Repositorio Institucional de UMSA. <https://acortar.link/GJHZZe>
- Reyes B. & Guevara J. (2018). *Obtención de almidón de plátano (Musa paradisiaca spp) modificado para el proceso de coagulación-floculación Moyobamba, 2017*. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. <http://hdl.handle.net/11458/2768>
- Romero, L. (2019); *Evaluación de la utilización del almidón de papa, yuca y banano como bio coagulantes para el tratamiento de aguas de una industria láctea*. <https://n9.cl/8f6zt>

- Fuente J. (1992); Aguas Subterráneas – Núm. 1/92. <https://acortar.link/9rL3JP>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental - SPDA. (2018, 18 de octubre). *Lambayeque: Pozos de agua subterráneos en Mórrope contienen altos niveles de arsénico*. <https://acortar.link/PpTsSJ>
- Soto, R. & Yantas, P. (2012). *Evaluación de la calidad del almidón obtenido de tres variedades de papa (Solanum tuberosum) cultivadas en la provincia de Jauja*. [tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional UNCP. <https://acortar.link/PW5Q4h>
- Suarez Y. y Rosas N. (2020); Aplicación de superficie de respuesta en la eficiencia de remoción de turbidez de agua empleando almidón de Dioscorea bulbífera y Musa paradisiaca: una revisión. <http://hdl.handle.net/20.500.12840/3211>
- Supo J. y Zacarías H. (2020); Metodología de la Investigación Científica 2020 - 3ra Edición. <https://n9.cl/i1zaw>
- Suyón. L. (2018); Evaluación del coagulante natural almidón de Calathea allouia para remover parámetros de turbidez y color en aguas de consumo humano del manantial Chorrobamba - Cacatachi, 2018. <https://n9.cl/5nvsa>
- Tovar J., Sayán J., Pérez G. y Guzmán A. (2006). Estado del conocimiento de la hidrogeología en Perú. *Boletín Geológico y Minero*, 117 (1): 147-161 ISSN: 0366-0176. <https://acortar.link/SncQYP>
- Tovar J. (s.f). El Agua Subterránea en el Medio Ambiente Minero y su Importancia en los Planes de Cierre. MINEM. <https://acortar.link/USwPqe>
- Valeriano, J., & Matos, R. (2013). Polielectrolitos Orgánicos Naturales en el Tratamiento de Agua para Consumo Humano. *Revista de Investigación Universitaria*, 2(2), 69-74. <https://acortar.link/dISyZy>
- Vargas G., Martínez P. & Velezmoro C. (2016). Propiedades funcionales de almidón de papa (Solanum tuberosum) y su modificación química por

acetilación. *Scientia Agropecuaria* 7 (3),223 – 230.  
<http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.03.09>

Vera A. & Chavarría M. (2020). Extracción y caracterización del almidón de papa (*Solanum tuberosum*) variedad Leona blanca. *ISSN-E: 2413-1911,10(2)*,26-34. <https://doi.org/10.5377/elhigo.v10i2.10550>

Waterboss (2023, 12 de mayo). *Problemas del agua de pozo*.  
<https://www.waterboss.com/es/well-water-problems/>

### **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Villanueva Valderrama, J. (2024). *Efectividad de la coagulación del almidón de papa para reducción de sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas en Huánuco, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://..>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

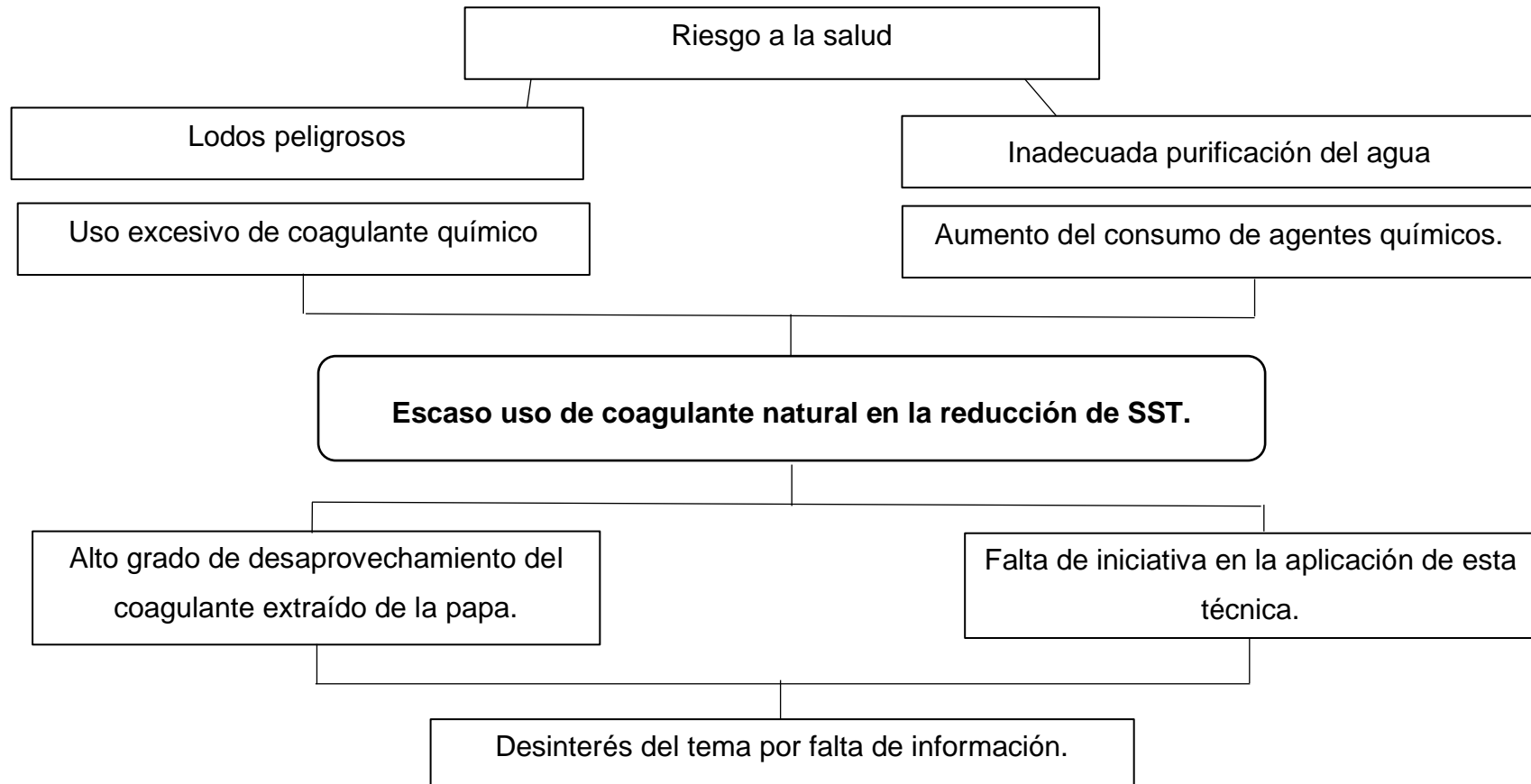
Título: “Efectividad de la coagulación del almidón de papa para reducción de solidos suspendidos totales de aguas subterráneas en Huánuco, 2023”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cuál es la efectividad de la coagulación del almidón de la papa para la reducción de solidos suspendidos totales de aguas subterráneas?	Determinar la efectividad de la coagulación de almidón de papa para la reducción de solidos suspendidos totales de aguas subterráneas.	<p style="text-align: center;"><b>HIPOTESIS GENERAL</b></p> <p>Hi: Es eficaz la coagulación del almidón de papa para la reducción de los sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas.</p> <p>Ho: No es eficaz la coagulación del almidón de papa para la reducción de los sólidos suspendidos totales de aguas subterráneas.</p>	V. Independiente Almidón de papa	Dosis suministrada de almidón extraído de la papa amarilla (mg/L)	<p><b>Tipo:</b> Prospectivo, Longitudinal y con intervención.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Nivel:</b> Aplicativo.</p> <p><b>Diseño:</b> Cuasi Experimento. GE<sub>1</sub>: O<sub>1</sub>—X<sub>1</sub>—O<sub>2</sub>; O<sub>1</sub> ≠ O<sub>2</sub> GE<sub>2</sub>: O<sub>1</sub>—X<sub>2</sub>—O<sub>2</sub>; O<sub>1</sub> ≠ O<sub>2</sub> GE<sub>3</sub>: O<sub>1</sub>—X<sub>3</sub>—O<sub>2</sub>; O<sub>1</sub> ≠ O<sub>2</sub> GE<sub>4</sub>: O<sub>1</sub>—X<sub>4</sub>—O<sub>2</sub>; O<sub>1</sub> ≠ O<sub>2</sub></p> <p><b>Población:</b></p>
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICA	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿Cuál es la concentración óptima del almidón de papa para la reducción de solidos suspendidos totales de aguas subterráneas?	Determinar la concentración óptima del almidón de papa para la reducción de solidos suspendidos totales de aguas subterráneas	<p style="text-align: center;"><b>HIPOTESIS ESPECIFICA</b></p> <p>Hi1: Se logró medir la concentración óptima del almidón de papa para la reducción de solidos suspendidos totales de aguas subterráneas.</p> <p>Ho1: No se logró medir la concentración óptima del almidón de papa para la reducción de solidos suspendidos totales de aguas subterráneas.</p>	V. dependiente Sólidos suspendidos totales	Parámetros físicos Turbidez (UNT) Color (Pt/co) Temperatura (°C) Parámetro químico - Potencial de hidrogeno	
¿Cuáles son los parámetros físicos del agua subterránea antes y después de la	Evaluar los parámetros físicos de las aguas subterráneas antes y				

<p>coagulación con diferentes concentraciones de almidón de la papa?</p> <p>¿Cuáles son los parámetros químicos del agua subterránea antes y después de la coagulación con diferentes concentraciones de almidón de la papa?</p> <p>¿Cuáles son los parámetros biológicos del agua subterránea antes y después de la coagulación con diferentes concentraciones de almidón de la papa?</p>	<p>después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.</p> <p>Evaluar los parámetros químicos las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa</p> <p>Evaluar los parámetros biológicos las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa</p>	<p>Hi2: Son diferentes los parámetros físicos de las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.</p> <p>Ho2: No son diferentes los parámetros físicos de las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.</p> <p>Hi3: Son diferentes los parámetros químicos las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.</p> <p>Ho3: No son diferentes los parámetros químicos las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.</p> <p>Hi4: Son diferentes los parámetros biológicos de las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.</p> <p>Ho4: No son diferentes los parámetros biológicos de las aguas subterráneas antes y después de la coagulación con diferentes dosis de almidón extraído de la papa.</p>	<p>(unidades de pH) - DBO5 Parámetro Biológico - Coliformes totales</p>	<p>El agua subterránea del pozo.</p> <p><b>Muestra:</b> 12 litros de agua de pozo.</p>
--	---	--	---	--

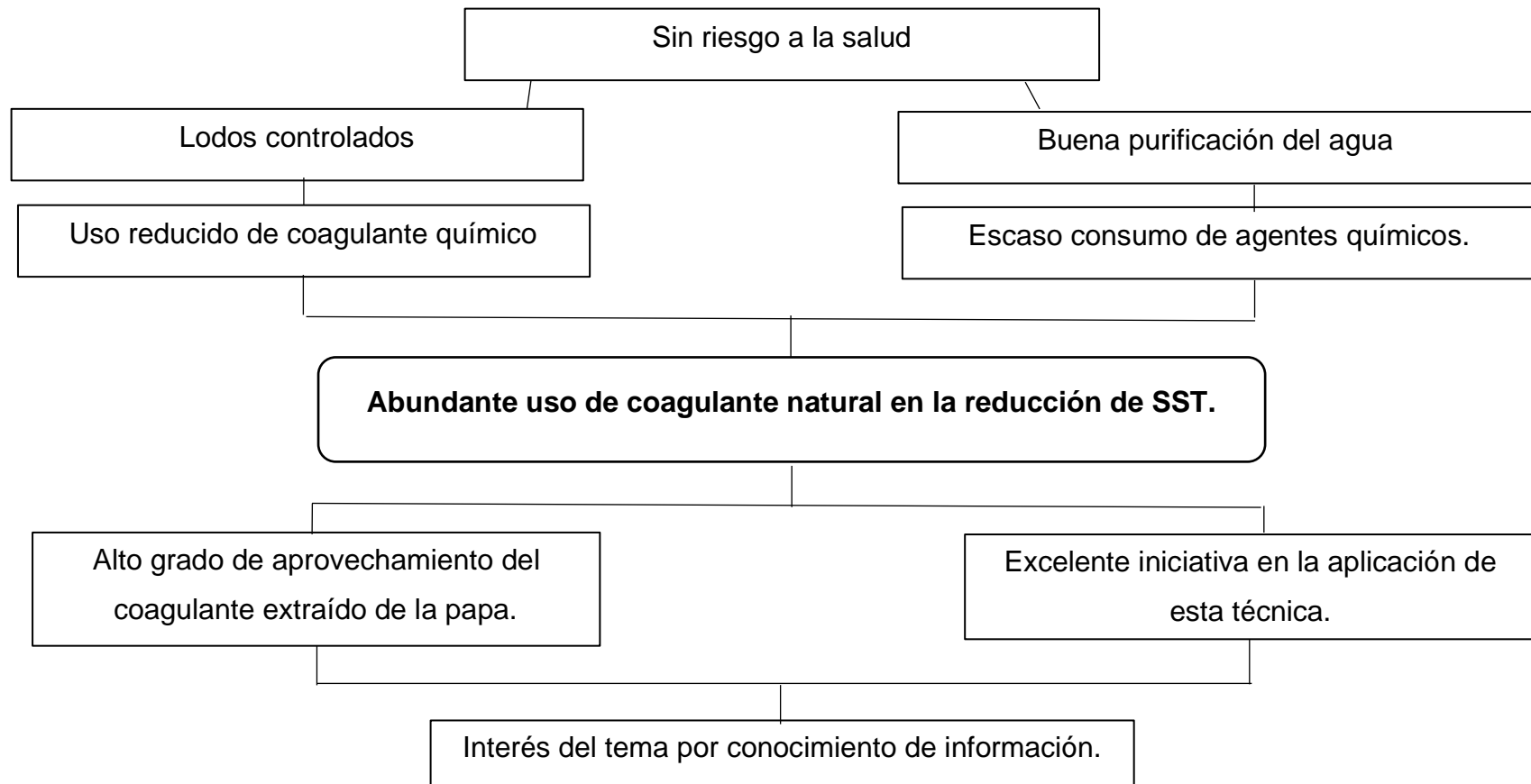
## ANEXO 02

### DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTOS







### ANEXO 03

#### DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



## ANEXO 04

### RESULTADOS DE LABORATORIO DE LA DIGESA

	<b>PERÚ</b> Ministerio de Salud	Dirección Regional de Salud Huánuco	Laboratorio Referencial											
<i>"Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho"</i>														
<b>LABORATORIO DE MICROBIOLOGÍA DE AGUAS</b>				REG.:146 - 2023- LMAA-LRRSP- HCO										
SOLICITANTE :	JEAN FRANK VILLANUEVA VALDERRAMA													
DISTRITO :	PILCO MARCA													
PROVINCIA :	HUANUCO													
DEPARTAMENTO :	HUANUCO													
FECHA DE MUESTREO: 27 -11 -23 HORA 08:15 a.m. FECHA DE INICIO DE ANÁLISIS: 27 -11-23 HORA: 03:40 pm. MUESTRA TOMADA: INTERESADO														
MUESTRA PRESERVADA SI ( ) NO ( X )														
<b>RESULTADOS</b>														
CODIGO	PUNTOS DE MUESTREO	FUENTE	Nº DE MUESTRA	ENSAYOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS							ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS			
				Cond. (umho/cm)	Sólidos Suspendidos Totales mg/l	Turb. UNT	Color UCV	T* °C	pH	DB O mg/l	Coli. T. NMP/100ml	Coliformes Fecales. NMP/100ml	E.coli NMP/100ml	Bac. Heterot. UFC/ml
	DOSIS DE ALMIDON 00 mg/l	SUBSUELO	192	562	25	0.1	0	23	7,7	1	-	79	-	-
01- B	DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	193	568	24	0.1	0	23	7,8	1	-	75	-	-
02- B	DOSIS DE ALMIDON 100 mg/l	SUBSUELO	194	557	23	0.1	0	23	7,7	1	-	54	-	-
01- A	DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	195	562	24	0.1	0	23	7,8	1	-	77	-	-
02- A	DOSIS DE ALMIDON 50 mg/l	SUBSUELO	196	554	25	0.1	0	23	7,7	1	-	53	-	-
LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES ECA D.S. N° 004-2017-MINAM				2500	< 25	5	100		6,5-8,5	15	50	1000	0	-
MUESTRA AGOTADA EN LOS ENSAYOS.														
Microorganismo		Método de Ensayo				GOBIERNO REGIONAL HUÁNUCO DIRECCIÓN REGIONAL DE SALUD HUÁNUCO LABORATORIO REGIONAL REGIONAL  Dr. María Teresa Córdova Muñoz C.M.P. Área de Microbiología de Aguas y Alimentos								
Coliforme Fecal		SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E, 23 <sup>rd</sup> Ed 2017 Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group.fecal coliform procedure.												
BacteriHeterotroficas		Método de placa fluida. APHA AWWA WEF. Part 9215 B. 21th Ed. 2005.												
Escherichia coli		SMEWW-APHA AWWWA-WEF Part.9221 f1 23 <sup>rd</sup> Ed. 2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group.												
Huánuco, 15 de diciembre de 2023														
Jr. Dámaso Beraún N° 1017 ☎ (062) 513410-513380-517521 Fax (062) 513261														

ANEXO 05

PERMISO DE LABORATORIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UDH



**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**  
 Programa Académico de Ingeniería Ambiental



""Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo""

HUÁNUCO, 11 de noviembre del 2023

SEÑORA: Mg. BERTHA LUCILA CAMPOS RIOS  
 (Decana de la Facultad de Ingeniería)

ALUMNO: *Jean Frank Villanueva Valderrama*  
 BACHILLER (X) EGRESADA ( ) ESTUDIANTE ( ) OTRO ( )

ASESOR O TUTOR: MSc. Joel Gamez Penadillo

TÍTULO DE TESIS, PROYECTO O ESTANCIA: "EFECTIVIDAD DE LA COAGULACIÓN DEL ALMIDON DE PAPA PARA REDUCCIÓN DE SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES DE AGUAS SUBTERRANEAS EN HUÁNUCO, 2023"

E-MAIL: Jeanfrank\_1157@hotmail.com

SOLICITA: Uso de laboratorio ( X ) Equipo ( X )

SOLICITA CLAVE DE ACCESO DE LABORATORIO: Si ( X ) No ( )

PERIODO DE PRÉSTAMO DE LABORATORIO:

FECHA	HORA
1. 20/10/2023	10am – 1pm
2. 23/10/2023	10am – 1pm
3. 30/10/2023	10am- 1pm

LISTA DE EQUIPO Y MATERIALES A SOLICITAR

Cantidad	Descripción del equipo	Descripción de materiales	OBSERVACIONES
1	Filtrado al vacío		
1	Estufa		
2	Agitador magnético		
1	Balanza analítica		
1		Mortero y pilón	
2		Espátulas	
2		Matraz de 250ml	
2		Vaso precipitado de 500ml	
4		Vaso precipitado de 1 litro	
2		Magneto	
2		Matraz de 500ml	
1		Embudo	
2		Placa Petri con tapa	

ADJUNTO:

- BOLETA DE PAGO
- CARTA DE COMPROMISO

Carretera Central Km. 2.5 – La Esperanza Teléfono N° 51 -9773 – Anexo 310 Huánuco – Perú  
 E-mail: [laboratorioambiental@udh.edu.pe](mailto:laboratorioambiental@udh.edu.pe) [secretaria.ambiental.hco@udh.edu.pe](mailto:secretaria.ambiental.hco@udh.edu.pe)



Escaneado con CamScanner

**ANEXO 06**  
**PANEL FOTOGRÁFICO**



Lavado de papa amarilla



Pelado de papa



Cortado de papa



Licuado de papa



Tamizado de la papa molida con agua destilada



Sedimentado del líquido filtrado por 4 horas



Secado de la pasta en el horno a 48°C por 48 horas



Molido del almidón con la ayuda de un mortero



Almacenado del almidón en bolsas con cierre hermético



Recolección del agua del pozo



Materiales listos para el test de jarras



Pesado de 50 mg y 100 mg de almidón de papa



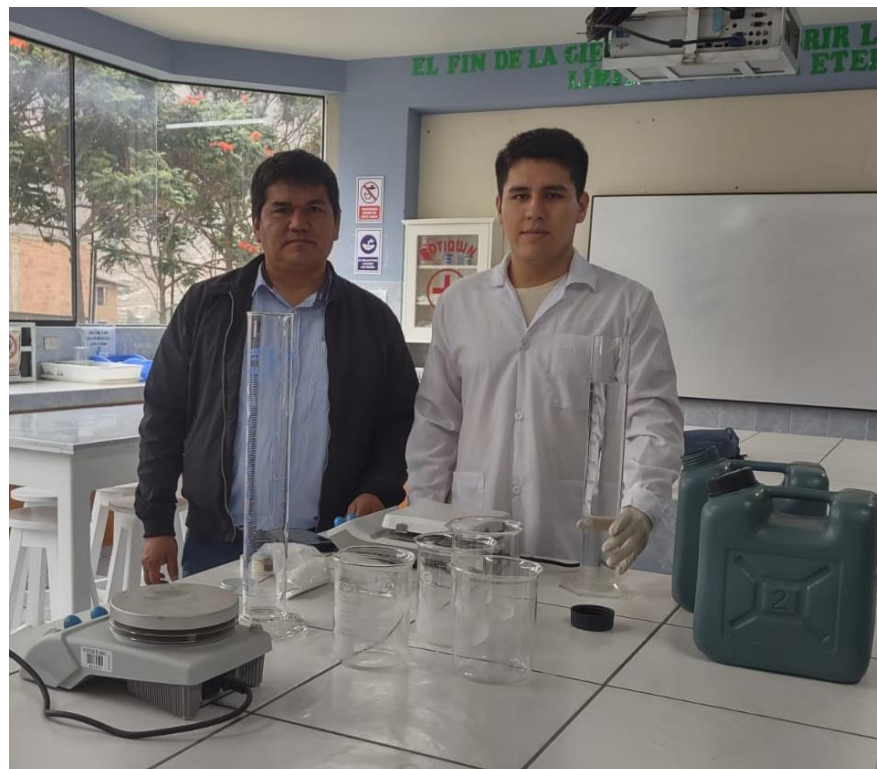
Preparación del agua de pozo en el vaso precipitado



Dosis de almidón de papa en el agua de pozo



Agua de pozo con almidón de papa en el agitador magnético



Test de jarras con la supervisión del asesor



Muestras listas para el análisis en el laboratorio certificado

# ANEXO 7

## MAPA DE UBICACIÓN

