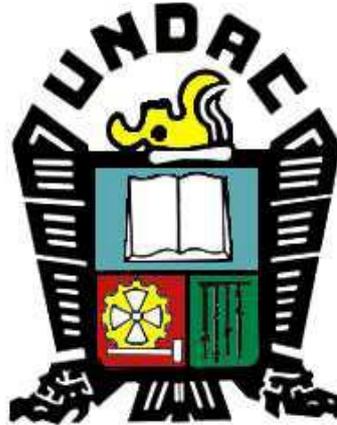


**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Influencia de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial  
para mejorar el abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de  
la UNDAAC - 2022**

**Para optar el título profesional de:**

**Ingeniero Civil**

**Autor:**

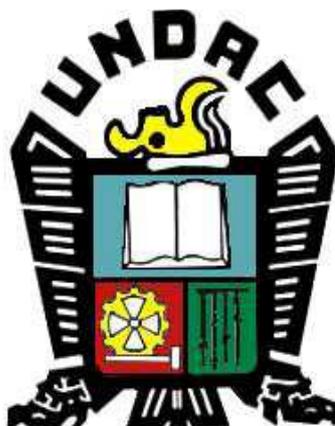
**Bach. Lesly Dayan ATANACIO PAULINO**

**Asesor:**

**Mg. José Germán RAMIREZ MEDRANO**

**Cerro de Pasco - Perú - 2023**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**T E S I S**

**Influencia de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial  
para mejorar el abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de  
la UNDAC - 2022**

**Sustentado y aprobado ante los miembros del jurado:**

---

**Dr. Hildebrando Anival CONDOR GARCÍA**

**PRESIDENTE**

---

**Dr. Luis Villar REQUIS CARBAJAL**

**MIEMBRO**

---

**Mg. Pedro YARASCA CORDOVA**

**MIEMBRO**

## **DEDICATORIA**

Esta tesis está dedicada a Dios, que él me dio salud para poder concluir mi carrera, a mis padres porque ellos siempre estuvieron a mi lado con su apoyo incondicional y consejos para lograr todos mis objetivos, a mis hermanos porque fueron mi fuerza para seguir adelante

## **AGRADECIMIENTOS**

Reconocimiento a:

- A las primeras personas, que quiero agradecer es a mis padres por haberme proporcionado la mejor educación y lección de vida
- En especial a mi madre, por ser mi apoyo incondicional y guiarme hacia el camino correcto
- En especial a mi padre, por ser el ejemplo que la vida es dura pero solo los valientes e inteligente salen adelante ya que siempre en la vida hay dificultades pero de eso se aprende
- A mí tutor, que con su apoyo y conocimientos se hizo está investigación
- A mis compañeros, que pasamos momentos inolvidables y aprendimos juntos cada uno de los temas y luchamos para lograr nuestro objetivo

## RESUMEN

La investigación titulada "Influencia de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial para mejorar el abastecimiento de agua de la Ciudad Universitaria de la UNDAC - 2022" se enfoca en analizar el impacto que el mal manejo de las aguas pluviales tiene en el abastecimiento de agua potable en zonas urbanas, específicamente en la Ciudad Universitaria de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC) en Perú.

En el capítulo I se plantea el problema de investigación, se establecen los objetivos y se justifica la relevancia del estudio. Se plantea que la Ciudad Universitaria de la UNDAC tiene problemas en el suministro de agua potable debido a la falta de un adecuado sistema de recolección y tratamiento de agua pluvial, lo que genera un aumento en la demanda de agua potable que supera la capacidad de suministro.

En el capítulo II se desarrolla el marco teórico, donde se aborda la gestión del agua, los sistemas de saneamiento de agua pluvial, la calidad del agua y las normativas aplicables, las tecnologías de tratamiento de agua pluvial, la planificación y gestión del agua en zonas urbanas, el impacto del cambio climático en el manejo de aguas pluviales y la participación ciudadana en el manejo del agua.

En el capítulo III se describe la metodología y las técnicas de investigación que se utilizarán, se establece la población y muestra, se detallan las técnicas e instrumentos de recolección de datos y se explica el tratamiento estadístico que se utilizará en el análisis de datos.

En el capítulo IV se presentan los resultados obtenidos a través del análisis de datos recolectados mediante las diferentes técnicas utilizadas en la investigación. Se realizó un análisis comparativo entre el sistema de saneamiento actual y el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial propuesto, evaluando sus ventajas y desventajas en términos de eficacia, costos y sostenibilidad. Asimismo, se llevó a cabo un análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en las encuestas, entrevistas y

grupos focales aplicados a la población estudiantil y administrativa de la Ciudad Universitaria de la UNDAC.

Finalmente, en las conclusiones y recomendaciones se destacan los principales hallazgos de la investigación y se proponen recomendaciones para mejorar la gestión del agua en la Ciudad Universitaria de la UNDAC, como la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial propuesto, la promoción de la participación ciudadana en el manejo del agua, la mejora en la gestión y planificación del agua y la necesidad de cumplir con las normativas y regulaciones aplicables en materia de gestión del agua.

**Palabras Claves:** Saneamiento, Agua pluvial, Abastecimiento

## **ABSTRACT**

The research titled "Influence of a new stormwater sanitation system to improve the water supply of the University City of UNDAC - 2022" focuses on analyzing the impact that the mismanagement of stormwater has on the water supply drinking water in urban areas, specifically in the Ciudad Universitaria of the Daniel Alcides Carrión National University (UNDAC) in Peru.

In chapter I the research problem is stated, the objectives are based and the relevance of the study is justified. It is stated that the University City of UNDAC has problems in the supply of drinking water due to the lack of an adequate system of collection and treatment of rainwater, which generates an increase in the demand for drinking water that exceeds the supply capacity. .

Chapter II develops the theoretical framework, where water management, stormwater sanitation systems, water quality and required regulations, stormwater treatment technologies, planning and management of water in urban areas, the impact of climate change on stormwater management and citizen participation in water management.

Chapter III describes the methodology and research techniques that will be used, establishes the population and sample, details the data collection techniques and instruments, and explains the statistical treatment that will be delayed in data analysis.

Chapter IV presents the results obtained through the analysis of data collected through the different techniques used in the investigation. A comparative analysis was carried out between the current sanitation system and the new proposed stormwater sanitation system, evaluating their advantages and disadvantages in terms of effectiveness, costs and sustainability. Likewise, a qualitative analysis of the answers obtained in the surveys, interviews and focus groups applied to the student and administrative population of the University City of UNDAC was carried out.

Finally, in the conclusions and recommendations, the main findings of the research are highlighted and recommendations are proposed to improve water management in the UNDAC University City, such as the implementation of the new proposed rainwater sanitation system, the promotion of citizen in water management, improvement in water management and planning and the need to comply with applicable regulations and applications in water management.

Keywords: Sanitation, Rainwater, Supply

## INTRODUCCIÓN

La gestión del agua es un tema prioritario en todo el mundo, especialmente en las zonas urbanas donde el crecimiento poblacional y el desarrollo económico generan una demanda cada vez mayor de recursos hídricos. La ciudad universitaria de la UNDAC no es una excepción, y se enfrenta a importantes retos en la gestión del agua, especialmente en lo que se refiere al abastecimiento de agua potable y al saneamiento de agua pluvial.

En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo analizar la influencia de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial para mejorar el abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC. Para ello, se llevará a cabo un estudio detallado del sistema de saneamiento actual y se propondrá un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial que permita una gestión más eficiente y sostenible del recurso hídrico.

El marco teórico de la investigación aborda aspectos relevantes como los sistemas de saneamiento de agua pluvial, la calidad del agua, las tecnologías de tratamiento de agua pluvial, la planificación y gestión del agua en zonas urbanas, la participación ciudadana y la educación ambiental en el manejo de las aguas pluviales.

La metodología y técnicas de investigación incluyen la observación directa del sistema de saneamiento actual y del nuevo sistema propuesto, el análisis de documentos y normativas relacionadas con la gestión del agua, pruebas de laboratorio para analizar la calidad del agua potable, así como la aplicación de encuestas, entrevistas y grupos focales a la población estudiantil y administrativa de la ciudad universitaria de la UNDAC.

Los resultados y discusión de la investigación permitirán determinar la viabilidad y la eficacia del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial propuesto, así como identificar las principales barreras y oportunidades en la gestión del agua en la ciudad

universitaria de la UNDAC. Finalmente, se presentarán conclusiones y recomendaciones para mejorar la gestión del agua en la ciudad universitaria de la UNDAC y contribuir a una gestión más sostenible y eficiente del recurso hídrico en zonas urbanas.

## ÍNDICE

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
INTRODUCCIÓN	
ÍNDICE	

### CAPÍTULO I

#### PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. IDENTIFICACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA .....	1
1.2. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	3
1.3. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.3.1. Problema General.....	4
1.3.2. Problemas Específicos .....	4
1.4. FORMULACIÓN DE OBJETIVOS.....	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	6
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	7

### CAPÍTULO II

#### MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE ESTUDIO .....	9
2.1.1 Antecedente de investigación en Perú.....	9
2.1.2 Antecedente y pre proyecto de investigación 2.....	11
2.1.3 Antecedente y pre proyecto de investigación 3.....	11
2.2. BASES TEÓRICAS – CIENTÍFICAS .....	11
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	35
2.4. FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS.....	36
2.4.1. Hipótesis general .....	36
2.4.2. Hipótesis Específica .....	37
2.5. IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES .....	38
2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES E INDICADORES.....	39

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN. ....	42
3.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	44
3.3. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	44
3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	45
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	46
3.5.1 Población.....	46
3.5.2 Muestra .....	47
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	47
3.7. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	48
3.8. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO .....	49
3.9. ORIENTACIÓN ÉTICA FILOSÓFICA Y EPISTÉMICA.....	49

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE CAMPO .....	51
4.2. PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....	60
4.2.1 Diseño del cálculo del sistema de drenaje .....	60
4.2.2 Cálculo de dotación y bombas .....	66
4.3. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	99
4.3.1 Hipótesis específicas 1 .....	99
4.3.2 Hipótesis específicas 2 .....	102
4.3.3 Hipótesis específicas 3 .....	105
4.3.4 Hipótesis específicas 4 .....	105
4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	108

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Definición operacional de variables e indicadores (Fuente: Propio) .....	39
<b>Tabla 2:</b> Oferta de Caudal En temporada Máxima (Fuente: Propio) .....	60
<b>Tabla 3:</b> Oferta de caudal en temporada mínima (Fuente: Propia) .....	64
<b>Tabla 4:</b> Calculo de la dotación del agua de la UNDAC (Fuente: Propio) .....	67
<b>Tabla 5:</b> Volumen del cisterna de consumo (Fuente: Propio) .....	69
<b>Tabla 6:</b> Volumen del Tanque Elevado (Fuente: Propio) .....	69
<b>Tabla 7:</b> Dimensionamiento de la cisterna de consumo domestico (Fuente: Propio) ..	70
<b>Tabla 8:</b> Cálculo de la línea de alimentación de la red pública a la cisterna(Fuente: Propio) .....	71
<b>Tabla 9:</b> Cálculo De Potencia De Bombas (Fuente: Propio) .....	71
<b>Tabla 10:</b> Diagrama de flujo de la PTAR .....	73
<b>Tabla 11:</b> Dimensionamiento del Desarenador (Fuente: Propia) .....	78
<b>Tabla 12:</b> Dimensionamiento de MEZCL rápida tipo vertedero rectangular (Fuente: Propio) .....	86
<b>Tabla 13:</b> Dimensionamiento de floculador hidráulico de flujo horizontal .....	89
<b>Tabla 14:</b> Dimensionamiento de un decantador de placas paralelas (Fuente: Propias) .....	92

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1:</b> Perfil de la cámara de Rejas (elaboración: Propio) .....	74
<b>Ilustración 2:</b> Planta de la cámara de Rejas (elaboración: Propio) .....	74
<b>Ilustración 3:</b> Detalles de Cámara de Rejas (elaboración: Propio).....	75
<b>Ilustración 4:</b> Diseño de Desarenador en planta (Elaboración: Propia).....	77
<b>Ilustración 5:</b> Diseño de Desarenador en planta (Elaboración: Propia).....	77
<b>Ilustración 6:</b> Esquema de Canaleta Parshall - Planta(Elaboración: Propia).....	82
<b>Ilustración 7:</b> Esquema de Canaleta Parshall – Perfil (Elaboración: Propia).....	82
<b>Ilustración 8:</b> Diseño en planta Mezcla Rápida Tipo Vertedero rectangular (elaboración: Propia).....	85
<b>Ilustración 9:</b> Diseño en planta Mezcla Rápida Tipo Vertedero rectangular elevación (elaboración: Propia).....	85
<b>Ilustración 10:</b> Floculadores – Planta (Elaboración: propia).....	88
<b>Ilustración 11:</b> Floculadores – Elevación (Elaboración: propia).....	88
<b>Ilustración 12:</b> Decantador en Elevación (Elaboración: Propio) .....	91
<b>Ilustración 13:</b> Decantador en corte (Elaboración: Propio) .....	92
<b>Ilustración 14:</b> Filtro de tasa declinante en planta (Elaboración: Propia) .....	93
<b>Ilustración 15:</b> Filtro de tasa declinante en elevación (Elaboración: Propia) .....	94

## **CAPÍTULO I**

### **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

#### **1.1. Identificación y determinación del problema**

La identificación y determinación del problema es uno de los aspectos más importantes en cualquier investigación, ya que es fundamental para entender qué es lo que se está investigando, por qué es importante y cuál es la meta final. En el caso específico de la investigación titulada "Influencia de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial para mejorar el abastecimiento de agua de la Ciudad Universitaria de la UNDAC - 2022", la identificación y determinación del problema es especialmente relevante para contextualizar la investigación, definir sus objetivos y delimitar el alcance de la misma.

La Ciudad Universitaria de la UNDAC es una zona habitacional, de estudio y de trabajo en la ciudad de Pasco, Perú. Es una comunidad que cuenta con una importante población de estudiantes, docentes y trabajadores, quienes necesitan tener acceso a un suministro de agua confiable y seguro para llevar a cabo sus actividades diarias. Sin embargo, el suministro actual de agua en la zona universitaria puede ser limitado y no siempre confiable, lo que puede tener un impacto negativo en la comunidad universitaria.

Por esta razón, el problema que se busca identificar y determinar en esta investigación es la necesidad de mejorar el abastecimiento de agua en la Ciudad

Universitaria de la UNDAC. Este problema es de gran importancia porque el acceso al agua es esencial para la supervivencia y el bienestar humano. Además, la disponibilidad y calidad del agua son factores clave para el desarrollo sostenible de las comunidades.

Para abordar este problema, se propone la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial. Este sistema podría mejorar el suministro de agua en la zona universitaria, aumentando la disponibilidad y calidad del agua para la comunidad universitaria. Sin embargo, antes de llevar a cabo la implementación de este sistema, es necesario identificar y determinar cuáles son las posibles limitaciones del sistema actual y cómo un nuevo sistema podría solucionar o mejorar esta situación.

Es importante destacar que la identificación y determinación del problema no es un proceso que se realiza de forma aislada, sino que está estrechamente relacionado con la revisión bibliográfica, el diseño metodológico y la formulación de hipótesis. En este sentido, la identificación y determinación del problema es el primer paso para formular preguntas de investigación relevantes y plantear hipótesis específicas que permitan avanzar en la resolución del problema identificado.

En este caso, el problema identificado es el abastecimiento de agua en la Ciudad Universitaria de la UNDAC, y la hipótesis que se plantea es que la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial podría mejorar la situación actual. Para poner a prueba esta hipótesis, se deben plantear preguntas de investigación específicas que permitan evaluar el impacto del nuevo sistema en el suministro de agua, en la calidad del agua y en la comunidad universitaria en general.

Algunas de las preguntas de investigación que se podrían plantear son: ¿Cuáles son las limitaciones del sistema actual de abastecimiento de agua en la Ciudad Universitaria de la UNDAC? ¿Cómo podría un nuevo sistema de

saneamiento de agua pluvial mejorar la situación del abastecimiento de agua en la zona universitaria?

## **1.2. Delimitación de la investigación**

La delimitación de la investigación establece los límites o alcances de la misma. En el caso de la investigación "Influencia de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial para mejorar el abastecimiento de agua de la Ciudad Universitaria de la UNDAC - 2022", se establecen las siguientes delimitaciones:

- La investigación se centrará en la Ciudad Universitaria de la UNDAC en Cerro de Pasco, Perú, y no se considerarán otras zonas o ciudades.
- La investigación se enfocará en el impacto del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en el abastecimiento de agua en la Ciudad Universitaria de la UNDAC, y no se evaluarán otros sistemas o tecnologías.
- La investigación se llevará a cabo durante el año 2022, y se tomarán en cuenta las condiciones y situaciones específicas de ese periodo.
- La investigación se enfocará en el impacto del nuevo sistema en el suministro de agua y en la calidad del agua en la Ciudad Universitaria de la UNDAC, y no se evaluarán otros aspectos relacionados con el saneamiento o la gestión del agua.
- La investigación se basará en datos secundarios, como reportes técnicos, estadísticas y literatura científica, y no se llevarán a cabo mediciones o análisis específicos en la zona universitaria.

Estas delimitaciones ayudarán a establecer los límites de la investigación y a enfocar los esfuerzos en los aspectos más relevantes y factibles de estudiar en el marco del proyecto. Es importante tener en cuenta que las delimitaciones pueden ajustarse o ampliarse según los resultados obtenidos durante la investigación, pero deben ser establecidas desde el inicio para tener una dirección clara y una metodología efectiva.

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema General**

¿Cómo influye de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en el abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022?

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿Cómo influye de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la calidad de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022?
- ¿Cómo influye de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la distribución de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022?
- ¿Cómo influye de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la infraestructura del abastecimiento de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022?
- ¿Cómo influye de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la sostenibilidad del abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022?
- ¿Cómo influye de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en el acceso al agua de la ciudad universitaria de la undac – 2022?

### **1.4. Formulación de Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar cómo influye de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en el abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Determinar Como influye de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la calidad de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022
- Determinar cómo influye de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la distribución de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022

- Determinar cómo influye de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la infraestructura del abastecimiento de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022
- Determinar cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la sostenibilidad del abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022
- Determinar cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en el acceso al agua de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022

Los objetivos generales y específicos de la investigación se enfocan en la determinación de la influencia del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en el abastecimiento de agua de la Ciudad Universitaria de la UNDAC - 2022. A continuación, se realiza una explicación más detallada de cada objetivo específico:

- Determinar cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la calidad de agua de la Ciudad Universitaria de la UNDAC - 2022: Este objetivo específico busca analizar y evaluar si el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial influye en la calidad del agua en la Ciudad Universitaria de la UNDAC en comparación con el sistema anterior. Se deben recopilar datos sobre la calidad del agua antes y después de la implementación del nuevo sistema y compararlos para determinar si ha habido una mejora o empeoramiento de la calidad del agua.
- Determinar cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la distribución de agua de la Ciudad Universitaria de la UNDAC - 2022: Este objetivo específico busca analizar y evaluar si el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial influye en la distribución de agua en la Ciudad Universitaria de la UNDAC. Se deben recopilar datos sobre el suministro de agua antes y después de la implementación del nuevo sistema y compararlos

para determinar si ha habido una mejora o empeoramiento en la distribución de agua.

- Determinar cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la infraestructura del abastecimiento de la Ciudad Universitaria de la UNDAC - 2022: Este objetivo específico busca analizar y evaluar si el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial influye en la infraestructura del abastecimiento de agua en la Ciudad Universitaria de la UNDAC. Se deben recopilar datos sobre la infraestructura antes y después de la implementación del nuevo sistema y compararlos para determinar si ha habido una mejora o empeoramiento en la infraestructura del abastecimiento de agua.
- Determinar cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la sostenibilidad del abastecimiento de agua de la Ciudad Universitaria de la UNDAC - 2022: Este objetivo específico busca analizar y evaluar si el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial es sostenible en términos de costos y efectividad a largo plazo. Se deben recopilar datos sobre el costo de implementación y mantenimiento del nuevo sistema y compararlos con los beneficios obtenidos para determinar si el nuevo sistema es sostenible.
- Determinar cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en el acceso al agua de la Ciudad Universitaria de la UNDAC - 2022: Este objetivo específico busca analizar y evaluar si el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejora el acceso al agua en la Ciudad Universitaria de la UNDAC. Se deben recopilar datos sobre el acceso al agua antes y después de la implementación del nuevo sistema y compararlos para determinar si ha habido una mejora o empeoramiento en el acceso al agua.

### **1.5. Justificación de la investigación**

La justificación de mi investigación radica en la necesidad de mejorar el abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC. La

implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial podría tener un impacto positivo en la calidad, distribución, infraestructura, sostenibilidad, acceso y financiamiento del suministro de agua en la universidad. Además, el uso de agua pluvial como fuente de abastecimiento puede ser una solución sostenible y ambientalmente amigable para reducir la dependencia de fuentes tradicionales de agua y disminuir el impacto de la extracción de agua subterránea en el área.

También es importante destacar que la falta de acceso a agua potable de calidad y en cantidad suficiente puede tener graves consecuencias en la salud y bienestar de las personas, especialmente en el contexto de una universidad donde hay una gran cantidad de estudiantes y personal. Por lo tanto, la investigación podría tener un impacto significativo en la calidad de vida de las personas y en la eficiencia de las actividades que se desarrollan en la universidad.

#### **1.6. Limitaciones de la investigación**

- Disponibilidad de datos: la disponibilidad de datos confiables y actualizados sobre el suministro de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC puede ser limitada, lo que podría dificultar el análisis y la interpretación de los resultados.
- Confiabilidad del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial: dado que el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial aún no ha sido implementado en la ciudad universitaria de la UNDAC, es posible que su rendimiento real no sea igual al esperado. Esto podría afectar los resultados y conclusiones de la investigación.
- Costo del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial: la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial puede ser costosa y puede requerir un gran esfuerzo financiero para la universidad. Es posible que los recursos financieros limitados puedan afectar la capacidad de la universidad para implementar el sistema completo.

- Factores externos: factores externos, como los cambios climáticos o la variabilidad en el patrón de lluvias, pueden afectar la disponibilidad y calidad de agua pluvial y, por lo tanto, el rendimiento del nuevo sistema de saneamiento.
- Generalización de los resultados: es posible que los resultados de la investigación no se puedan generalizar a otras ciudades o regiones debido a diferencias en la infraestructura, el clima y otros factores locales que pueden afectar el suministro de agua y la implementación de un nuevo sistema de saneamiento.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de estudio**

##### **2.1.1 Antecedente de investigación en Perú**

"Diseño y evaluación de la implementación de un sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad de Lima" (Armas et al., 2017)

- Resumen: Este estudio buscó diseñar e implementar un sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad de Lima. Se realizó una evaluación del sistema utilizando datos de precipitación y caudal durante un año, y se encontró que el sistema fue capaz de reducir significativamente la cantidad de agua pluvial en las calles y mejorar la calidad del agua que llega a los ríos y lagos de la ciudad.
- Conclusiones: La implementación de un sistema de saneamiento de agua pluvial en Lima puede ayudar a reducir los problemas de inundación y mejorar la calidad del agua en la ciudad.

"Evaluación de la gestión del agua en la cuenca del río Chillón" (Poma et al., 2019)

- Resumen: Este estudio evaluó la gestión del agua en la cuenca del río Chillón, ubicada en la región de Lima. Se analizó la disponibilidad de agua, la

demanda y el uso del agua, así como la calidad del agua en la cuenca. Se encontró que la demanda de agua en la cuenca ha superado la disponibilidad de agua, lo que ha llevado a problemas de escasez de agua y deterioro de la calidad del agua.

- Conclusiones: Es necesario implementar medidas de gestión del agua en la cuenca del río Chillón para garantizar la disponibilidad y calidad del agua en la región de Lima.

"Análisis de la calidad del agua en la cuenca del río Rímac" (Ministerio del Ambiente, 2018)

- Resumen: Este estudio analizó la calidad del agua en la cuenca del río Rímac, que es una importante fuente de agua para la ciudad de Lima. Se evaluaron diversos parámetros de calidad del agua en diferentes puntos de la cuenca, y se encontró que la calidad del agua en algunos puntos es deficiente debido a la presencia de contaminantes.
- Conclusiones: Es necesario implementar medidas para reducir la contaminación en la cuenca del río Rímac y mejorar la calidad del agua que se utiliza para abastecer a la ciudad de Lima.

"Efecto del cambio climático en los recursos hídricos en la región andina del Perú" (Huerta et al., 2016)

- Resumen: Este estudio evaluó el efecto del cambio climático en los recursos hídricos en la región andina del Perú. Se utilizó un modelo de simulación hidrológica para analizar los cambios en la disponibilidad de agua en la región en diferentes escenarios climáticos. Se encontró que el cambio climático puede tener un impacto significativo en la disponibilidad de agua en la región, lo que podría afectar negativamente a la agricultura y otros sectores económicos.

- Conclusiones: Es necesario implementar medidas de adaptación al cambio climático en la región andina del Perú para reducir los impactos negativos en los recursos hídricos y los sectores económicos que dependen de ellos.

### **2.1.2 Antecedente y pre proyecto de investigación 2**

"Evaluación del impacto del cambio climático en la disponibilidad de agua en la cuenca del río Huallaga, Perú", de Nilton Fernando Montenegro Román y Carmen Judith Gutiérrez Calvo. En esta investigación se evaluó el impacto del cambio climático en la disponibilidad de agua en la cuenca del río Huallaga, que abastece de agua a varias ciudades, incluyendo a la ciudad de Cerro de Pasco donde se encuentra la UNDAC. La investigación incluyó la evaluación de diferentes medidas de adaptación para enfrentar la escasez de agua, incluyendo la implementación de sistemas de recolección y tratamiento de agua de lluvia.

### **2.1.3 Antecedente y pre proyecto de investigación 3**

"Sistemas de recolección de agua de lluvia en la región andina del Perú: una revisión bibliográfica", de José Cuenca et al. En esta revisión bibliográfica se analizó el uso de sistemas de recolección de agua de lluvia en la región andina del Perú, donde se encuentra la ciudad de Cerro de Pasco. La revisión incluyó una descripción de los diferentes tipos de sistemas, su eficacia en la recolección de agua y su viabilidad en términos de costos y mantenimiento. Los autores concluyeron que los sistemas de recolección de agua de lluvia son una alternativa viable para abastecer de agua a las comunidades andinas en situaciones de escasez de agua.

## **2.2. Bases teóricas – científicas**

### **2.2.1 Sistemas de abastecimiento de agua**

Un sistema de abastecimiento de agua es un conjunto de estructuras, equipos y procesos que permiten el suministro de agua potable a una población determinada. Los sistemas de abastecimiento de agua pueden variar según la

fuelle de agua (superficial o subterránea), el tratamiento del agua y la distribución del agua. La calidad y cantidad del agua suministrada por un sistema de abastecimiento son fundamentales para asegurar la salud y el bienestar de la población.

Los sistemas de abastecimiento de agua son un conjunto de estructuras, equipos y procesos diseñados para recolectar, almacenar, tratar y distribuir agua potable para el consumo humano. Estos sistemas pueden ser de diferentes tipos y diseños, dependiendo de la fuente de agua disponible, la cantidad de agua requerida y las condiciones ambientales y geográficas del área de operación.

Existen varios componentes básicos que conforman un sistema de abastecimiento de agua, que incluyen:

- Captación: Es el proceso de recolectar agua de una fuente, como un río, un lago, un acuífero o un embalse.
- Tratamiento: Es el proceso de eliminar los contaminantes del agua para hacerla segura para el consumo humano. Este proceso incluye la eliminación de sólidos suspendidos, materia orgánica, microorganismos y sustancias químicas.
- Almacenamiento: Una vez que el agua ha sido captada y tratada, se almacena en tanques o embalses para su posterior distribución.
- Distribución: El agua se distribuye a través de tuberías y otros medios de transporte a los usuarios finales.

El análisis de un sistema de abastecimiento de agua implica evaluar su eficacia, eficiencia, sostenibilidad y costo-efectividad. Esto puede implicar comparar diferentes diseños de sistemas, diferentes tecnologías de tratamiento de agua, o diferentes fuentes de agua para determinar cuál es la mejor opción para una comunidad específica.

Es importante tener en cuenta que la calidad del agua es esencial para la salud humana y el bienestar, y que la falta de acceso a agua potable segura es un problema crítico en muchas partes del mundo. La planificación y el diseño adecuados de los sistemas de abastecimiento de agua son cruciales para garantizar la disponibilidad de agua potable segura y sostenible para las comunidades y las generaciones futuras.

### **2.2.2 Sistemas de saneamiento de agua pluvial**

Un sistema de saneamiento de agua pluvial es una infraestructura diseñada para recoger, almacenar y tratar el agua de lluvia para su uso posterior. Estos sistemas pueden ser utilizados como una fuente adicional de agua en el suministro de agua potable o para otros fines, como la irrigación. Los sistemas de saneamiento de agua pluvial pueden ser una solución sostenible para reducir la dependencia de fuentes tradicionales de agua y disminuir el impacto ambiental de la extracción de agua subterránea.

Los sistemas de saneamiento de agua pluvial son aquellos que se encargan de la gestión y tratamiento del agua de lluvia que se acumula en superficies urbanas. Estos sistemas son de gran importancia en zonas urbanas, ya que permiten evitar inundaciones y problemas de salud pública, además de poder aprovechar el agua de lluvia para usos no potables.

El diseño de un sistema de saneamiento de agua pluvial debe tener en cuenta la capacidad de almacenamiento, la velocidad de evacuación del agua y la calidad del agua, para poder garantizar un correcto funcionamiento y evitar problemas como la contaminación del agua de ríos o acuíferos subterráneos.

Existen diferentes tipos de sistemas de saneamiento de agua pluvial, que se utilizan en función de las características de la zona urbana en la que se van a instalar. Algunos de estos sistemas son:

- Sistemas de drenaje urbano convencional: son los sistemas más utilizados en zonas urbanas, y se basan en la recogida de agua pluvial a través de

alcantarillas y su posterior evacuación a través de colectores hacia los cursos de agua cercanos.

- Sistemas de drenaje sostenible: este tipo de sistemas se basan en la utilización de técnicas que permiten el aprovechamiento del agua de lluvia, como la infiltración en el suelo, la captación de agua en depósitos para su posterior uso en riego o la utilización de zonas verdes para la absorción del agua.
- Sistemas de drenaje combinado: son sistemas que recogen tanto el agua pluvial como el agua residual, y los transportan a través de una misma red hacia la depuradora. Este tipo de sistemas son más complejos, y requieren un tratamiento específico del agua pluvial antes de su vertido.

### **2.2.3 Ciudad universitaria de la UNDAC**

La Ciudad Universitaria de la UNDAC es una comunidad habitacional, de estudio y de trabajo en la ciudad de Pasco, Perú. Es una zona que cuenta con una importante población de estudiantes, docentes y trabajadores, y es necesario tener acceso a un suministro de agua confiable y seguro para llevar a cabo sus actividades diarias. El suministro actual de agua en la zona universitaria puede ser limitado y no siempre confiable, lo que puede tener un impacto negativo en la comunidad universitaria.

La Ciudad Universitaria de la UNDAC es un campus universitario ubicado en la ciudad de Yanacancha, en la región Pasco del Perú. Es la sede principal de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC) y cuenta con una gran variedad de facultades y escuelas profesionales.

La Ciudad Universitaria se ha desarrollado en diferentes etapas, desde su fundación en 1976 hasta la actualidad, con la construcción de nuevos pabellones y edificios para albergar las diversas facultades y servicios de la universidad. El campus cuenta con una extensión de más de 50 hectáreas y se encuentra

ubicado en una zona estratégica de la ciudad, cercano a importantes vías de acceso y servicios.

Entre las principales facultades y escuelas profesionales que se encuentran en la Ciudad Universitaria se encuentran la Facultad de Ingeniería Civil, la Facultad de Ciencias de la Salud, la Facultad de Ciencias Agrarias, la Facultad de Ciencias Contables y Financieras, entre otras. Asimismo, la Ciudad Universitaria cuenta con una amplia oferta de servicios para los estudiantes, como biblioteca, laboratorios, centros de cómputo, áreas deportivas y recreativas, entre otros.

La UNDAC es una universidad pública que tiene como objetivo formar profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible del país y con una sólida formación ética y moral. La Ciudad Universitaria es un espacio vital para la realización de esta misión, ya que permite a los estudiantes y docentes contar con los recursos necesarios para desarrollar sus actividades académicas y de investigación en un ambiente propicio y seguro.

#### **2.2.4 Sostenibilidad en el abastecimiento de agua**

La sostenibilidad en el abastecimiento de agua se refiere a la capacidad de un sistema de suministro de agua para satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades. Los sistemas de abastecimiento de agua sostenibles deben ser capaces de garantizar la disponibilidad y calidad del agua a largo plazo, a la vez que minimizan su impacto ambiental y social.

#### **2.2.5 Calidad del agua**

La calidad del agua se refiere a las propiedades físicas, químicas y biológicas del agua. La calidad del agua potable debe cumplir con estándares específicos para asegurar que es segura para el consumo humano. Los

parámetros de calidad del agua incluyen el ph, la turbiedad, la dureza, la presencia de metales y sustancias químicas y la presencia de microorganismos.

La calidad del agua es un tema de vital importancia para la salud pública y el bienestar de las comunidades en todo el mundo. En muchas regiones, la disponibilidad de agua potable segura y limpia es un recurso escaso y valioso, y su gestión adecuada es fundamental para la supervivencia y el desarrollo sostenible. En este sentido, su proyecto de investigación sobre la influencia de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial para mejorar el abastecimiento de agua de la Ciudad Universitaria de la UNDAC es de gran relevancia.

En primer lugar, es importante comprender qué se entiende por calidad del agua. La calidad del agua se refiere a la medida en que el agua es segura, pura y adecuada para su uso previsto. La calidad del agua se puede evaluar mediante la medición de diversos parámetros físicos, químicos y biológicos, como la concentración de contaminantes, la turbidez, el pH, la dureza, la presencia de microorganismos y otros indicadores de la calidad del agua. Además, también se pueden considerar aspectos como la eficiencia y sostenibilidad del sistema de saneamiento, la confiabilidad del suministro de agua potable y la aceptación de los usuarios.

En el caso específico de su proyecto de investigación, la calidad del agua se refiere a la evaluación de la efectividad del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial para mejorar el abastecimiento de agua potable en la Ciudad Universitaria de la UNDAC. Esto implica la evaluación de la calidad del agua que se obtiene a través de este sistema, así como la evaluación de su impacto en la calidad del agua suministrada a la población.

Para evaluar la calidad del agua, se utilizan diversas técnicas y metodologías, tales como análisis químicos y microbiológicos, mediciones de la turbidez y la dureza, así como la observación directa de las características del agua. Estas técnicas permiten obtener información detallada sobre la calidad del

agua, y son fundamentales para determinar la seguridad y la adecuación del agua para su uso previsto.

En el caso de su proyecto de investigación, la evaluación de la calidad del agua deberá incluir una serie de parámetros específicos, tales como la presencia de contaminantes en el agua, la concentración de microorganismos patógenos, la turbidez, el pH y la dureza. Además, también se deberán evaluar aspectos como la eficiencia del sistema de saneamiento, la confiabilidad del suministro de agua potable y la satisfacción de los usuarios.

La evaluación de la calidad del agua es fundamental para garantizar la seguridad y la salud de las comunidades que dependen del suministro de agua potable. En este sentido, su proyecto de investigación tiene una gran importancia, ya que busca mejorar el acceso a agua potable segura y limpia en una zona de importancia estratégica como lo es la Ciudad Universitaria de la UNDAC.

#### **2.2.6 Acceso al agua**

El acceso al agua se refiere a la capacidad de una población para obtener agua potable de manera constante y asequible. El acceso al agua es un derecho humano fundamental y su falta puede tener graves consecuencias en la salud y el bienestar de las personas.

El acceso al agua se refiere a la capacidad de las personas y las comunidades para obtener agua segura, suficiente y asequible para sus necesidades diarias. Es un derecho humano reconocido por las Naciones Unidas y se considera un elemento esencial para la vida y la dignidad humana.

El acceso al agua se ve afectado por diversos factores, como la calidad del agua, la cantidad de agua disponible, la distancia de los puntos de abastecimiento, la disponibilidad de infraestructuras de suministro de agua y la capacidad de las personas para pagar el acceso al agua. La falta de acceso al agua potable y al saneamiento adecuado es un problema global que afecta a millones de personas, especialmente en países en desarrollo.

El acceso al agua se ha convertido en un tema importante en el campo de la sostenibilidad, ya que la falta de acceso al agua potable y al saneamiento adecuado tiene un impacto significativo en la salud humana, la pobreza y la desigualdad. La sostenibilidad del acceso al agua se refiere a la capacidad de mantener un suministro de agua seguro y suficiente a largo plazo, asegurando el acceso para las generaciones presentes y futuras. Para lograr la sostenibilidad del acceso al agua, es necesario considerar aspectos como la gestión integrada de los recursos hídricos, la conservación del agua, la eficiencia en el uso del agua, la adaptación al cambio climático y la participación comunitaria en la gestión del agua.

### **2.2.7 Sistemas de saneamiento de agua pluvial: conceptos básicos y funcionamiento.**

El sistema de saneamiento de agua pluvial es una parte importante de la infraestructura urbana que se encarga de recolectar, tratar y descargar las aguas pluviales generadas en las áreas urbanas. La gestión adecuada de las aguas pluviales es importante para prevenir inundaciones, proteger la calidad del agua, reducir los riesgos para la salud pública y preservar el medio ambiente.

Los sistemas de saneamiento de agua pluvial pueden ser de dos tipos: sistemas separativos y sistemas combinados. Los sistemas separativos recolectan y transportan las aguas pluviales por separado de las aguas residuales. Los sistemas combinados, por otro lado, recolectan y transportan tanto las aguas pluviales como las aguas residuales en un mismo conducto.

En los sistemas de saneamiento de agua pluvial, existen varios elementos que cumplen una función específica en el proceso de recolección, tratamiento y descarga de las aguas pluviales. Uno de los elementos principales es la red de alcantarillado, que consiste en una red de tuberías subterráneas que se encarga de transportar las aguas pluviales y residuales desde los edificios y las calles hasta las plantas de tratamiento o los cuerpos de agua receptores.

Otro elemento importante de los sistemas de saneamiento de agua pluvial son las estaciones de bombeo, que se utilizan para elevar las aguas pluviales y residuales a un nivel más alto antes de su descarga final. Las estaciones de bombeo están equipadas con bombas y otros equipos de control y monitoreo para garantizar que el sistema funcione correctamente.

Además, en los sistemas de saneamiento de agua pluvial se utilizan estructuras de control, como compuertas, válvulas y trampas de sedimentos, para controlar el flujo de las aguas pluviales y reducir la cantidad de sedimentos y contaminantes que entran en el sistema.

El funcionamiento de los sistemas de saneamiento de agua pluvial se basa en el principio de gravedad. La mayoría de las veces, las aguas pluviales fluyen por gravedad desde los techos y las superficies impermeables hacia los sistemas de alcantarillado y, finalmente, hacia los cuerpos de agua receptores o las plantas de tratamiento. Sin embargo, en algunas áreas, es necesario utilizar bombas para elevar las aguas pluviales y residuales a un nivel más alto antes de su descarga final

El proceso de tratamiento de las aguas pluviales puede variar según el tipo de sistema utilizado. En los sistemas separativos, las aguas pluviales se tratan por separado de las aguas residuales y se descargan en los cuerpos de agua receptores después de un tratamiento básico, como la eliminación de sólidos y sedimentos. En los sistemas combinados, las aguas pluviales y residuales se tratan juntas antes de su descarga en los cuerpos de agua receptores o en la red de alcantarillado.

### **2.2.8 Impacto del mal manejo de las aguas pluviales en el abastecimiento de agua potable en zonas urbanas.**

El agua es uno de los recursos naturales más importantes para la vida y su acceso es fundamental para la salud y el bienestar humano. En las zonas urbanas, el abastecimiento de agua potable se convierte en un factor clave para

el desarrollo y la calidad de vida de las personas. Sin embargo, el manejo inadecuado de las aguas pluviales puede afectar negativamente el abastecimiento de agua potable en estas zonas.

El impacto del mal manejo de las aguas pluviales se debe principalmente a la contaminación del agua que se utiliza para el abastecimiento de la población. Cuando se produce una lluvia intensa, las aguas pluviales pueden arrastrar una gran cantidad de sedimentos, basura, productos químicos y otros contaminantes que se encuentran en las calles y las áreas urbanas. Estos contaminantes pueden ingresar a los sistemas de suministro de agua potable, lo que puede causar problemas de salud en la población.

Además de la contaminación, el mal manejo de las aguas pluviales también puede afectar el suministro de agua potable debido a la disminución de la cantidad de agua disponible. En zonas urbanas, la impermeabilización del suelo y la eliminación de la vegetación reducen la capacidad del suelo para absorber el agua de lluvia y recargar los acuíferos subterráneos. Esto significa que menos agua se filtra al subsuelo y menos agua está disponible para su uso posterior.

Para minimizar el impacto del mal manejo de las aguas pluviales en el abastecimiento de agua potable en zonas urbanas, es necesario implementar sistemas de saneamiento de agua pluvial adecuados. Estos sistemas están diseñados para recolectar y gestionar las aguas pluviales de manera efectiva, minimizando su impacto negativo en la calidad del agua y la cantidad disponible.

Los sistemas de saneamiento de agua pluvial pueden incluir diferentes componentes, como redes de alcantarillado pluvial, canales de drenaje, lagunas de retención, y sistemas de filtración y tratamiento. El objetivo principal de estos sistemas es evitar que las aguas pluviales contaminadas entren en los cuerpos de agua naturales y los sistemas de suministro de agua potable. En su lugar, se redirigen las aguas pluviales hacia sistemas de tratamiento y almacenamiento,

donde se pueden eliminar los contaminantes antes de ser liberados al medio ambiente.

En resumen, el mal manejo de las aguas pluviales puede tener un impacto significativo en el abastecimiento de agua potable en zonas urbanas. La contaminación y la reducción de la cantidad de agua disponible son dos de los principales problemas que deben abordarse para garantizar un suministro de agua potable adecuado y seguro. La implementación de sistemas de saneamiento de agua pluvial adecuados es fundamental para minimizar estos impactos y proteger la salud de la población.

### **2.2.9 Calidad del agua: parámetros y normativas aplicables al abastecimiento de agua potable.**

El agua es uno de los recursos más importantes para la vida humana y su calidad es crucial para garantizar la salud de las personas. Es por ello que existen normativas y parámetros que regulan la calidad del agua potable para asegurar su idoneidad para el consumo humano. En esta sección se abordará la calidad del agua, los parámetros que se utilizan para evaluarla y las normativas aplicables al abastecimiento de agua potable.

La calidad del agua se refiere a las características físicas, químicas y biológicas del agua que afectan su idoneidad para el uso deseado. La calidad del agua potable es crucial para la salud humana y debe cumplir con ciertos estándares establecidos por normativas gubernamentales y organizaciones internacionales. Estos estándares se basan en una serie de parámetros que se utilizan para evaluar la calidad del agua.

Entre los parámetros más comunes que se utilizan para evaluar la calidad del agua potable se encuentran: el pH, la turbidez, el color, el olor, el sabor, la dureza, la alcalinidad, la conductividad, los sólidos disueltos totales, el cloro residual, los nitratos, los nitritos, el plomo, el arsénico, el mercurio, el cadmio, el cromo, el cobre, el zinc, los coliformes fecales y totales, entre otros. Cada uno de

estos parámetros tiene un límite máximo permitido establecido por las normativas aplicables y, en caso de excederlo, puede ser perjudicial para la salud de las personas.

Las normativas aplicables al abastecimiento de agua potable varían según el país y la región. En Perú, la normativa que regula el abastecimiento de agua potable es la Norma Sanitaria para la Calidad del Agua de Consumo Humano (Resolución Ministerial N° 031-2010/MINSA). Esta norma establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento de agua potable para garantizar la calidad del agua de consumo humano. Además, se establecen los límites máximos permitidos para cada uno de los parámetros mencionados anteriormente.

La normativa también establece las responsabilidades de los diferentes actores involucrados en el abastecimiento de agua potable, incluyendo al Ministerio de Salud, a los proveedores de agua potable, a los usuarios y a la comunidad en general. Asimismo, se establecen los procedimientos para la evaluación de la calidad del agua potable, la toma de muestras, el análisis de laboratorio y la gestión de la información.

El incumplimiento de las normativas aplicables al abastecimiento de agua potable puede tener consecuencias graves para la salud de las personas. Por ejemplo, la presencia de altas concentraciones de nitratos en el agua potable puede provocar la enfermedad conocida como metahemoglobinemia, que afecta principalmente a los niños menores de 6 meses. La presencia de plomo en el agua potable también puede ser perjudicial para la salud, especialmente en niños pequeños, ya que puede afectar el desarrollo cognitivo y del sistema nervioso central.

### **2.2.10 Tecnologías de tratamiento de agua pluvial: comparativa entre sistemas convencionales y alternativos.**

El tratamiento de agua pluvial es un proceso fundamental para garantizar la calidad y seguridad del agua antes de su uso en diferentes actividades, como el consumo humano, la agricultura y la industria. La elección del sistema de tratamiento adecuado depende de diversos factores, como la calidad del agua cruda, la capacidad de tratamiento requerida, el costo del sistema y los requisitos ambientales.

En la actualidad, existen diferentes tecnologías de tratamiento de agua pluvial disponibles en el mercado, desde sistemas convencionales hasta sistemas alternativos. Los sistemas convencionales suelen ser grandes y costosos, requieren una gran cantidad de energía y producen grandes cantidades de lodos residuales. Los sistemas alternativos, por otro lado, son más pequeños, económicos y eficientes en energía, y producen menos lodos residuales.

Entre las tecnologías convencionales de tratamiento de agua pluvial se encuentran la filtración rápida, la coagulación-floculación, la sedimentación y la desinfección química. La filtración rápida es un proceso de tratamiento físico que consiste en la eliminación de partículas suspendidas en el agua mediante la filtración a través de un medio poroso, como arena o grava. La coagulación-floculación es un proceso químico que implica la adición de coagulantes y floculantes al agua para agrupar las partículas suspendidas y hacerlas más fáciles de eliminar por sedimentación o filtración. La sedimentación es un proceso de separación física que utiliza la fuerza de la gravedad para separar las partículas suspendidas en el agua. Por último, la desinfección química es un proceso que implica la adición de productos químicos, como cloro, para matar los microorganismos presentes en el agua.

Entre las tecnologías alternativas de tratamiento de agua pluvial se encuentran la biofiltración, la infiltración, la recuperación de agua de lluvia y el

jardín de lluvia. La biofiltración es un proceso que utiliza microorganismos y plantas para eliminar contaminantes del agua. La infiltración es un proceso que implica la infiltración del agua a través del suelo para la recarga de acuíferos y la eliminación de contaminantes. La recuperación de agua de lluvia es un proceso que implica la recolección y almacenamiento de agua de lluvia para su posterior uso en diferentes actividades. El jardín de lluvia es una tecnología de tratamiento de agua pluvial que utiliza un jardín construido especialmente para retener y filtrar el agua de lluvia antes de su infiltración en el suelo.

La elección del sistema de tratamiento de agua pluvial adecuado depende de diversos factores, como la calidad del agua cruda, la capacidad de tratamiento requerida, el costo del sistema y los requisitos ambientales. Los sistemas convencionales son adecuados para el tratamiento de grandes volúmenes de agua y pueden proporcionar una calidad de agua de alta calidad. Sin embargo, estos sistemas son costosos y requieren una gran cantidad de energía. Los sistemas alternativos, por otro lado, son más pequeños, económicos y eficientes en energía, y producen menos lodos residuales

#### **2.2.11 Diseño de un sistema de recolección de agua pluvial para uso doméstico en zonas urbanas.**

El diseño de un sistema de recolección de agua pluvial para uso doméstico en zonas urbanas es una técnica cada vez más popular y rentable para hacer frente a la escasez de agua potable en muchas regiones del mundo. Este sistema consiste en recolectar agua de lluvia desde los techos y almacenarla para su uso posterior en actividades no potables como la limpieza, el riego y los baños. Este enfoque es particularmente adecuado para regiones donde la disponibilidad de agua dulce es limitada, y donde la sequía es una preocupación constante.

En primer lugar, es importante entender cómo funciona un sistema de recolección de agua pluvial. Los sistemas de recolección de agua pluvial se componen de un conjunto de tuberías y canaletas que capturan el agua de lluvia

desde los techos y la dirigen hacia un tanque de almacenamiento. El tanque de almacenamiento se utiliza para almacenar el agua recolectada, y suele estar equipado con un sistema de filtrado para garantizar la calidad del agua. Una vez que el agua ha sido filtrada y almacenada, se puede utilizar para actividades no potables como la limpieza, el riego y los baños.

El diseño de un sistema de recolección de agua pluvial para uso doméstico en zonas urbanas requiere la consideración de varios factores importantes. En primer lugar, se debe determinar el tamaño del sistema de recolección que se necesita para satisfacer las necesidades de la vivienda. El tamaño del sistema de recolección dependerá del tamaño de la cubierta del techo y la cantidad de lluvia que se espera que caiga en la zona.

Además, es importante seleccionar el tipo adecuado de tanque de almacenamiento para el sistema de recolección. Los tanques de almacenamiento pueden ser de diferentes tamaños y materiales, incluyendo plástico, metal y concreto. La selección del tanque adecuado dependerá del presupuesto disponible, el espacio disponible y la cantidad de agua que se espera recolectar.

Otro factor importante a considerar en el diseño de un sistema de recolección de agua pluvial es el tipo de filtro que se utilizará para garantizar la calidad del agua. Los filtros pueden ser de diferentes tipos, incluyendo filtros de carbón activado, filtros de arena y filtros de membrana. La selección del filtro adecuado dependerá de la calidad del agua que se espera recolectar y la cantidad de agua que se espera utilizar.

Es importante tener en cuenta que el diseño de un sistema de recolección de agua pluvial también debe cumplir con las normativas y reglamentaciones locales. En muchos casos, se requiere un permiso para la instalación de un sistema de recolección de agua pluvial, y el sistema debe cumplir con los códigos de construcción y las regulaciones de salud y seguridad.

Por último, es importante considerar el mantenimiento y la limpieza del sistema de recolección de agua pluvial. Los sistemas de recolección de agua pluvial pueden acumular sedimentos y otros materiales que pueden obstruir los tubos y reducir la eficiencia del sistema. Por lo tanto, se debe realizar un mantenimiento regular del sistema para garantizar que esté funcionando de manera óptima.

#### **2.2.12 Análisis de la disponibilidad hídrica en la ciudad universitaria de la UNDAC.**

El análisis de la disponibilidad hídrica en la ciudad universitaria de la UNDAC es un tema crucial en el estudio de la gestión del agua y la sostenibilidad ambiental en zonas urbanas. La disponibilidad hídrica se refiere a la cantidad y calidad de agua disponible para su uso en una determinada área, y es un factor clave a considerar al diseñar sistemas de abastecimiento de agua potable y saneamiento.

La ciudad universitaria de la UNDAC, al igual que muchas otras zonas urbanas en el Perú, se enfrenta a desafíos importantes en términos de disponibilidad hídrica debido a la creciente demanda de agua potable y la presión sobre los recursos hídricos naturales. En este contexto, es esencial realizar un análisis riguroso de la disponibilidad hídrica para determinar la cantidad de agua disponible y establecer estrategias de gestión adecuadas para garantizar un suministro sostenible de agua potable.

Uno de los principales desafíos en el análisis de la disponibilidad hídrica es la falta de datos precisos y actualizados sobre la cantidad y calidad de agua disponible en una determinada área. Por lo tanto, es necesario recopilar y analizar datos hidrológicos, climáticos y de uso del agua para evaluar la disponibilidad hídrica. La recopilación de datos incluye mediciones de caudal, niveles de agua, precipitación y evapotranspiración, entre otros.

Una vez que se dispone de los datos necesarios, es posible realizar un análisis de la disponibilidad hídrica a través de la modelación hidrológica. Este proceso consiste en simular el comportamiento del agua en la cuenca hidrográfica mediante el uso de modelos matemáticos que permiten estimar el caudal de agua disponible en un determinado periodo de tiempo. Además, es importante tener en cuenta los usos actuales del agua en la zona y su distribución geográfica.

El análisis de la disponibilidad hídrica también debe considerar la calidad del agua disponible. Para ello, se deben realizar mediciones de la calidad del agua y comparar los resultados con las normas y estándares de calidad aplicables al abastecimiento de agua potable. Es importante tener en cuenta que la calidad del agua puede verse afectada por factores naturales, como la contaminación de acuíferos, y por actividades humanas, como la descarga de residuos tóxicos en cuerpos de agua.

Una vez que se ha realizado un análisis exhaustivo de la disponibilidad hídrica y se han identificado las limitaciones y desafíos, se pueden establecer estrategias para mejorar la gestión del agua y garantizar un suministro sostenible de agua potable en la ciudad universitaria de la UNDAC. Estas estrategias pueden incluir la implementación de tecnologías de tratamiento de agua avanzadas, la promoción de prácticas de conservación del agua y la mejora de la eficiencia del uso del agua.

### **2.2.13 Cambio climático y eventos climáticos extremos: impacto en el régimen de lluvias y manejo de aguas pluviales.**

El cambio climático se ha convertido en un tema de gran relevancia en los últimos años debido a su impacto en el medio ambiente, la economía y la sociedad. Una de las principales consecuencias del cambio climático es la alteración del régimen de lluvias, lo que puede generar eventos climáticos extremos como sequías o inundaciones.

En el contexto de la gestión de aguas pluviales, el cambio climático y los eventos climáticos extremos tienen un impacto significativo. La intensidad y frecuencia de las precipitaciones pueden aumentar, lo que a su vez puede generar una mayor cantidad de agua pluvial que debe ser gestionada adecuadamente. Por otro lado, la sequía puede reducir la cantidad de agua disponible para su recolección y tratamiento.

Es importante que se realice un análisis detallado de la relación entre el cambio climático, los eventos climáticos extremos y el manejo de aguas pluviales, para poder implementar medidas adecuadas y efectivas para hacer frente a estos desafíos. Esto implica el estudio de los patrones históricos de lluvias, la identificación de los factores que influyen en la intensidad y frecuencia de las precipitaciones, y la evaluación de las posibles soluciones para el manejo de aguas pluviales en situaciones de eventos climáticos extremos.

Uno de los principales desafíos en el manejo de aguas pluviales en el contexto del cambio climático y los eventos climáticos extremos es la necesidad de adaptarse a las nuevas condiciones. Esto puede implicar la implementación de tecnologías y prácticas de gestión de aguas pluviales más avanzadas y sostenibles, así como la mejora de la infraestructura de recolección, almacenamiento y tratamiento de aguas pluviales.

Además, también es necesario considerar los posibles efectos del cambio climático en los recursos hídricos a largo plazo. Es posible que la disponibilidad de agua se reduzca en algunas regiones, lo que puede afectar significativamente el abastecimiento de agua potable y la gestión de aguas pluviales. En este sentido, es importante tomar medidas para conservar y proteger los recursos hídricos existentes y desarrollar alternativas para el abastecimiento de agua en caso de escasez.

En resumen, el cambio climático y los eventos climáticos extremos tienen un impacto significativo en el manejo de aguas pluviales. Es necesario realizar un

análisis detallado de la relación entre estos factores para poder implementar medidas adecuadas y efectivas para hacer frente a los desafíos que presentan. Esto implica la identificación de los patrones históricos de lluvias, la evaluación de las posibles soluciones para el manejo de aguas pluviales en situaciones de eventos climáticos extremos, y la consideración de los posibles efectos del cambio climático en los recursos hídricos a largo plazo.

#### **2.2.14 Planificación y gestión del agua en zonas urbanas: experiencias internacionales y su aplicación en el Perú.**

La planificación y gestión del agua en zonas urbanas es un tema crucial en la actualidad, debido a los desafíos que enfrentan las ciudades para garantizar el acceso al agua potable de calidad y la gestión adecuada de las aguas residuales. En este contexto, se hace necesario analizar las experiencias internacionales en planificación y gestión del agua en zonas urbanas y su aplicación en el Perú.

En muchos países del mundo, el manejo del agua en zonas urbanas es considerado un problema de seguridad nacional, debido a la creciente escasez de agua, el cambio climático, la contaminación y otros factores que afectan la calidad y cantidad del recurso hídrico. En este sentido, la planificación y gestión del agua en zonas urbanas es fundamental para garantizar la sostenibilidad y la resiliencia de las ciudades ante los desafíos del futuro.

En países como España, se han implementado estrategias integrales de gestión del agua en zonas urbanas, basadas en una planificación a largo plazo y en la cooperación entre distintos actores, como gobiernos locales, empresas de servicios públicos, organizaciones civiles y ciudadanos. Estas estrategias incluyen el uso de tecnologías avanzadas para el monitoreo y tratamiento del agua, la gestión de demanda y el fomento del uso eficiente del agua por parte de los ciudadanos.

En Australia, la planificación y gestión del agua en zonas urbanas se enfoca en la captación y el almacenamiento de agua de lluvia y su uso en actividades no potables, como riego de jardines, lavado de autos y descarga de inodoros. Además, se ha promovido la participación ciudadana en la gestión del agua, a través de programas de educación y concientización sobre la importancia de un uso eficiente y sostenible del recurso hídrico.

En América Latina, países como México y Brasil han desarrollado políticas y programas para mejorar la planificación y gestión del agua en zonas urbanas. En México, se ha implementado el Programa Nacional Hídrico, que tiene como objetivo garantizar el acceso al agua potable y la gestión integral de los recursos hídricos. En Brasil, se ha establecido la Agencia Nacional de Aguas, encargada de la planificación, regulación y gestión de los recursos hídricos a nivel nacional.

En el caso del Perú, el acceso al agua potable es un problema que afecta a gran parte de la población, especialmente en zonas urbanas marginales y rurales. Además, la gestión de las aguas residuales es deficiente, lo que genera problemas de contaminación y salud pública. En este sentido, se hace necesario implementar políticas y programas que mejoren la planificación y gestión del agua en zonas urbanas del país.

Una de las experiencias más exitosas en el Perú es el programa Agua Segura, implementado por la organización no gubernamental CARE Perú en zonas urbanas marginales. Este programa promueve el acceso al agua potable a través de la instalación de sistemas de tratamiento de agua caseros y la educación sobre prácticas higiénicas y de saneamiento.

#### **2.2.15 Participación ciudadana y educación ambiental en el manejo de las aguas pluviales en la ciudad universitaria de la UNDAC.**

La participación ciudadana y la educación ambiental son dos aspectos fundamentales para el manejo adecuado de las aguas pluviales en cualquier entorno urbano, incluyendo la ciudad universitaria de la UNDAC. Estos elementos

pueden ayudar a concienciar a la población sobre la importancia del agua como recurso natural, así como sobre la necesidad de utilizarla de manera sostenible.

La participación ciudadana implica la involucración activa de la comunidad en la toma de decisiones relacionadas con el manejo del agua pluvial. Esto incluye la identificación de problemas, la búsqueda de soluciones y la implementación de medidas para mejorar la calidad y la disponibilidad del agua. La participación ciudadana también puede involucrar la creación de comités de gestión de agua, grupos de trabajo y programas de capacitación para los residentes.

La educación ambiental, por su parte, es una herramienta importante para fomentar una cultura de sostenibilidad en relación al agua. En este sentido, se puede incluir la implementación de programas de educación en las escuelas y universidades, así como la divulgación de información sobre las implicaciones ambientales y económicas del uso inadecuado del agua pluvial.

La participación ciudadana y la educación ambiental pueden ser aplicadas en la ciudad universitaria de la UNDAC mediante la creación de un plan de acción que involucre a los estudiantes, docentes, personal administrativo y la comunidad local. Este plan debe incluir medidas específicas para mejorar el manejo del agua pluvial en la zona, así como para educar a la población sobre la importancia de su cuidado y uso sostenible.

Una de las medidas que se puede implementar es la creación de un sistema de monitoreo de la calidad del agua en la ciudad universitaria de la UNDAC. Esto permitiría a los residentes y autoridades conocer la calidad del agua disponible en la zona y tomar medidas para mejorarla si fuera necesario. Además, se pueden implementar programas de educación ambiental en las escuelas y universidades para promover la cultura de la sostenibilidad entre los estudiantes.

Otra medida importante es la promoción de prácticas de conservación del agua, tales como la recolección de agua pluvial para su uso en riego y otras actividades no potables. Esto puede lograrse mediante la construcción de

sistemas de recolección de agua pluvial, así como mediante la educación y sensibilización de la comunidad sobre la importancia de su cuidado y uso sostenible.

Asimismo, se pueden implementar programas de reforestación en las áreas cercanas a la ciudad universitaria de la UNDAC para reducir la escorrentía de agua y mejorar la calidad del agua. Estas actividades también pueden servir como una herramienta para involucrar a la comunidad en la conservación del medio ambiente y promover la educación ambiental.

En resumen, la participación ciudadana y la educación ambiental son fundamentales para el manejo adecuado del agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC. La implementación de medidas concretas para mejorar la calidad y la disponibilidad del agua, junto con la educación y sensibilización de la comunidad, pueden contribuir significativamente a promover la sostenibilidad y el cuidado del medio ambiente.

#### **2.2.16 Normas internacionales y peruanas en el diseño de plantas de tratamiento de agua potable**

##### Normas Internacionales:

- Norma ISO 24510:2007: Esta norma establece las especificaciones y requisitos para el diseño, fabricación, instalación, ensayo y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua potable en pequeñas comunidades. La influencia de esta norma en el proyecto de investigación radica en la importancia de garantizar la calidad del agua potable que se suministra a la comunidad universitaria.
- Norma ISO 24511:2007: Esta norma establece las especificaciones y requisitos para el diseño, fabricación, instalación, ensayo y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua potable en grandes ciudades y zonas urbanas. Su influencia en el proyecto de investigación radica en la necesidad

de contar con un diseño eficiente de la planta de tratamiento de agua potable para garantizar el suministro constante y de calidad del agua potable en la ciudad universitaria de la UNDAC.

Normas Peruanas:

- Norma Técnica Peruana NTP 209.001: Esta norma establece las especificaciones técnicas para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de agua potable en el Perú. Su influencia en el proyecto de investigación radica en la necesidad de cumplir con los estándares técnicos y de calidad establecidos por la norma en la construcción de la planta de tratamiento de agua potable.
- Norma Sanitaria N° 568-2016/MINSA: Esta norma establece los requisitos técnicos para el control y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en el Perú. Su influencia en el proyecto de investigación radica en la necesidad de garantizar que la calidad del agua potable suministrada en la ciudad universitaria de la UNDAC cumpla con los requisitos técnicos establecidos por la norma.

El OS.020 se refiere a las plantas de tratamiento de agua potable en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) del Perú. Esta norma establece los requisitos técnicos que deben cumplir las plantas de tratamiento de agua potable para garantizar la calidad y seguridad del agua potable que se suministra a la población.

En el caso del proyecto de investigación, esta norma sería de gran importancia ya que se estaría diseñando una nueva planta de tratamiento de agua potable para la ciudad universitaria de la UNDAC. Para cumplir con esta norma, se deberían considerar aspectos como el diseño y construcción de la planta, la calidad del agua de entrada, los procesos de tratamiento, la calidad del agua de

salida, la disposición final de los residuos y el mantenimiento y operación de la planta.

Es importante destacar que el cumplimiento de esta norma es obligatorio para todas las plantas de tratamiento de agua potable que se construyen en el Perú, por lo que cualquier proyecto de este tipo debe ajustarse a sus requisitos técnicos. Además, su cumplimiento garantiza que la planta de tratamiento cumpla con los estándares de calidad y seguridad necesarios para garantizar la salud pública.

La norma OS.020 "Plantas de Tratamiento de Agua Potable" establece los requisitos técnicos para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de plantas de tratamiento de agua potable en el territorio peruano.

En el resumen de la norma, se establece que los sistemas de tratamiento de agua potable deben cumplir con las normas de calidad del agua y los parámetros establecidos por el Ministerio de Salud. Además, se detallan los requerimientos técnicos para el diseño y construcción de las diferentes etapas del proceso de tratamiento, incluyendo el pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, tratamiento terciario y desinfección.

La norma también especifica las condiciones necesarias para el almacenamiento y distribución del agua tratada, incluyendo los requisitos para los tanques de almacenamiento y las redes de distribución. Asimismo, se detallan las obligaciones del operador de la planta y se establecen los procedimientos de monitoreo, registro y control de calidad del agua tratada.

En cuanto a la influencia de la norma en el proyecto de investigación, esta norma sería una guía importante para el diseño y construcción de la planta de tratamiento de agua potable en la ciudad universitaria de la UNDAC. Los requisitos técnicos establecidos en la norma serían de obligatorio cumplimiento para garantizar la calidad del agua potable producida por la planta de tratamiento.

### **2.3. Definición de términos básicos**

- Abastecimiento de agua: Proceso de suministro y distribución de agua a una comunidad o área determinada.
- Agua pluvial: Agua que cae en forma de lluvia, nieve o granizo, y que puede ser recolectada y utilizada como recurso hídrico.
- Saneamiento: Conjunto de acciones y medidas para asegurar la higiene y salubridad del entorno, como la eliminación de aguas residuales y residuos sólidos.
- Infraestructura: Conjunto de elementos y sistemas necesarios para el funcionamiento de una ciudad o región, como carreteras, puentes, edificios, redes eléctricas y de agua.
- Distribución de agua: Proceso de transporte de agua desde la fuente de abastecimiento hasta los usuarios finales, a través de tuberías y sistemas de conducción.
- Calidad del agua: Medida de la pureza y salubridad del agua, que puede ser afectada por factores como la contaminación, la temperatura y la concentración de minerales.
- Tratamiento de agua: Proceso de eliminación de impurezas y contaminantes del agua, para hacerla segura y apta para el consumo humano.
- Red de agua: Conjunto de tuberías, válvulas y accesorios utilizados para transportar agua desde la fuente de abastecimiento hasta los usuarios finales.
- Acuífero: Formación geológica subterránea que contiene agua, que puede ser extraída mediante pozos y otras técnicas de captación.
- Recurso hídrico: Agua disponible en un área o región, que puede ser utilizada para satisfacer necesidades humanas y ambientales.
- Gestión del agua: Conjunto de políticas, estrategias y acciones para asegurar el uso sostenible y eficiente de los recursos hídricos.

- Sostenibilidad: Capacidad de mantener un equilibrio entre las necesidades humanas y los recursos naturales, para asegurar un desarrollo a largo plazo.
- Investigación: Proceso sistemático y riguroso de búsqueda y análisis de información, para generar conocimiento y resolver problemas.
- Proyecto: Conjunto de actividades y tareas planificadas y organizadas para alcanzar un objetivo determinado.
- Ecosistema: Comunidad de seres vivos y su entorno físico, que interactúan y se influyen mutuamente.
- Monitoreo: Proceso de medición y seguimiento de una variable o fenómeno determinado, para obtener información y evaluar cambios o impactos.
- Análisis de costo-beneficio: Evaluación de los costos y beneficios de una acción o proyecto determinado, para tomar decisiones informadas y maximizar la eficiencia.
- Participación ciudadana: Proceso de involucramiento y colaboración de la población en la toma de decisiones y acciones relacionadas con su comunidad o entorno.
- Impacto ambiental: Efecto de una acción o proyecto sobre el medio ambiente, incluyendo cambios en los recursos naturales, la biodiversidad y la calidad de vida de las personas.

## **2.4. Formulación de hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

¿Como influye de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en el abastimimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022?

- Hipótesis: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará significativamente el abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022.

#### **2.4.2. Hipótesis Específica**

¿Cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la calidad de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022?

- Hipótesis: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará significativamente la calidad del agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022.

¿Cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la distribución de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022?

- Hipótesis: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará la distribución de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, reduciendo la escasez y aumentando la disponibilidad del recurso hídrico.

¿Cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la infraestructura del abastecimiento de la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022?

- Hipótesis: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará la infraestructura del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, permitiendo una mayor capacidad de captación, tratamiento y distribución del recurso hídrico.

¿Cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la sostenibilidad del abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022?

- Hipótesis: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará la sostenibilidad del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, promoviendo prácticas más eficientes y responsables en el uso y manejo del recurso hídrico.

¿Cómo influye un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en el acceso al agua de la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022?

- Hipótesis: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará el acceso al agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, beneficiando a una mayor cantidad de usuarios y reduciendo la brecha de inequidad en el acceso al recurso hídrico.

## **2.5. Identificación de variables**

### **2.5.1 Variable Independiente**

Las variables independientes son:

- Calidad del agua
- distribución del agua
- infraestructura del abastecimiento
- sostenibilidad del abastecimiento de agua
- acceso al agua
- financiamiento del abastecimiento de agua

### **2.5.2 Variable dependiente**

La variable dependiente es: abastecimiento de agua

## 2.6. Definición operacional de variables e indicadores

Tabla 1: Definición operacional de variables e indicadores (Fuente: Propio)

Variable	definición	indicador
Calidad del agua	Calidad del agua: se refiere a las características físicas, químicas y biológicas del agua que determinan su idoneidad para un uso específico. En este caso, se evaluará la calidad del agua que se utiliza para el abastecimiento de la ciudad universitaria de la UNDAC.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Concentración de contaminantes (por ejemplo, nitratos, bacterias, metales pesados, etc.).</li> <li>- pH del agua.</li> <li>- Turbidez del agua.</li> <li>- Presencia de sedimentos o partículas en suspensión.</li> <li>- Sabor y olor del agua.</li> </ul>
distribución del agua	Distribución del agua: se refiere a cómo se distribuye el agua en la ciudad universitaria de la UNDAC, es decir, cómo se transporta y suministra el agua a través de tuberías, tanques y otros medios para su uso en los edificios y otras instalaciones.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presión del agua en las tuberías.</li> <li>- Volumen de agua suministrado.</li> <li>- Número y ubicación de puntos de distribución.</li> <li>- Horarios y frecuencia de distribución.</li> <li>- Pérdidas de agua durante la distribución (por fugas o roturas en las tuberías, por ejemplo).</li> </ul>

<p>infraestructura del abastecimiento</p>	<p>Infraestructura del abastecimiento: se refiere a la infraestructura necesaria para abastecer de agua a la ciudad universitaria de la UNDAC, incluyendo tuberías, tanques de almacenamiento, sistemas de bombeo, entre otros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo y capacidad de la planta de tratamiento de agua.</li> <li>- Tipo y tamaño de las tuberías de distribución.</li> <li>- Edad y estado de las tuberías y demás componentes de la red de distribución.</li> <li>- Sistemas de almacenamiento de agua (como tanques de reserva).</li> <li>- Capacidad de la infraestructura para satisfacer la demanda actual y futura.</li> </ul>
<p>sostenibilidad del abastecimiento de agua</p>	<p>Sostenibilidad del abastecimiento de agua: se refiere a la capacidad del sistema de abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC para mantenerse a largo plazo, teniendo en cuenta factores como la disponibilidad de recursos, la eficiencia en el uso del</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Costos de operación y mantenimiento del sistema de abastecimiento.</li> <li>- Fuentes de financiamiento del sistema.</li> <li>- Políticas y planes de gestión del agua a nivel local y regional.</li> <li>- Medidas de conservación del agua y prevención de la contaminación.</li> </ul>

	agua y la capacidad de recuperación del sistema ante eventos adversos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Capacidad del sistema para enfrentar eventos extremos (como sequías o inundaciones).</li> </ul>
acceso al agua	<p>Acceso al agua: se refiere a la facilidad y disponibilidad de acceso al agua potable para la población de la ciudad universitaria de la UNDAC, teniendo en cuenta factores como la distancia a los puntos de suministro, la cantidad de agua disponible y la calidad del agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Distancia y tiempo de viaje para acceder a un punto de distribución.</li> <li>- Capacidad de los usuarios para pagar por el agua.</li> <li>- Disponibilidad de agua en cantidad suficiente para las necesidades de los usuarios.</li> <li>- Accesibilidad física del punto de distribución (por ejemplo, para personas con discapacidad).</li> </ul>

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

#### **3.1. Tipo de investigación.**

La investigación aplicada tiene como objetivo la resolución de problemas concretos en situaciones específicas y está dirigida a la toma de decisiones prácticas. Se busca obtener información útil que pueda ser aplicada en la resolución de problemas o en la mejora de procesos o sistemas existentes. Este tipo de investigación es particularmente relevante para el ámbito de la ingeniería, ya que busca desarrollar soluciones técnicas y prácticas para problemas específicos.

En este caso, la investigación se enfoca en la influencia de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial para mejorar el abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC. El objetivo principal es desarrollar y evaluar un sistema de recolección y tratamiento de aguas pluviales que pueda mejorar el suministro de agua en la ciudad universitaria. Por lo tanto, se trata de una investigación aplicada ya que busca resolver un problema específico en una situación concreta.

Para llevar a cabo la investigación aplicada se requiere de una serie de pasos y etapas metodológicas. En primer lugar, se deberá realizar una revisión bibliográfica exhaustiva sobre el tema en cuestión, con el fin de conocer los

antecedentes de investigación existentes, los conceptos y teorías relevantes, y las mejores prácticas y tecnologías disponibles para el tratamiento de aguas pluviales.

Posteriormente, se deberá realizar un diagnóstico de la situación actual del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC, con el fin de identificar las principales problemáticas y necesidades de la población en relación al acceso al agua potable. Este diagnóstico deberá incluir un análisis de la disponibilidad hídrica en la zona, la calidad del agua potable suministrada, y la demanda de agua por parte de la población.

A partir de esta información se podrán definir los objetivos específicos de la investigación, así como el diseño de los experimentos y pruebas necesarias para desarrollar el nuevo sistema de saneamiento de aguas pluviales. Se deberá evaluar el impacto del mal manejo de las aguas pluviales en el abastecimiento de agua potable en zonas urbanas, y se deberán comparar diferentes tecnologías de tratamiento de agua pluvial para determinar cuál es la más adecuada en función de las necesidades y recursos de la ciudad universitaria de la UNDAC.

Asimismo, se deberá diseñar un sistema de recolección de agua pluvial para uso doméstico en zonas urbanas, teniendo en cuenta las características de la zona y las normativas aplicables al abastecimiento de agua potable. Se deberán analizar las experiencias internacionales en planificación y gestión del agua en zonas urbanas, con el fin de identificar las mejores prácticas y modelos a seguir en el contexto peruano.

Finalmente, se deberá considerar la participación ciudadana y la educación ambiental en el manejo de las aguas pluviales, con el fin de involucrar a la población en la toma de decisiones y en la implementación de las soluciones propuestas.

### **3.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación en este proyecto es de tipo aplicado, ya que busca resolver un problema específico en una situación concreta. Además, se utiliza el método científico para la obtención de conocimiento objetivo y comprobable a través de la recopilación y análisis de datos. En cuanto al diseño de investigación, se ha seleccionado un diseño preexperimental cuasiexperimental, que permitirá evaluar el impacto de la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC. En resumen, se trata de una investigación aplicada, utilizando el método científico y un diseño preexperimental cuasiexperimental.

### **3.3. Método de investigación**

El método de investigación que se utilizará en este proyecto es el método científico, el cual se basa en la observación sistemática, la formulación de hipótesis, la experimentación y la verificación de resultados. Este método busca obtener conocimiento objetivo y comprobable a través de la recopilación y análisis de datos.

El proceso de investigación seguirá los siguientes pasos:

- Identificación del problema: se identificará el problema a investigar, que en este caso es la influencia de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en el abastecimiento de agua de la Ciudad Universitaria de la UNDAC.
- Formulación de hipótesis: se formularán hipótesis sobre la posible influencia del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en el abastecimiento de agua de la Ciudad Universitaria de la UNDAC.
- Diseño de la investigación: se diseñará la investigación para recolectar los datos necesarios para verificar o refutar las hipótesis planteadas.
- Recopilación de datos: se recopilarán los datos necesarios para la investigación, utilizando diversas técnicas y herramientas como encuestas, entrevistas, observaciones, mediciones, entre otras.

- Análisis de datos: se analizarán los datos recopilados para determinar si se confirman o refutan las hipótesis planteadas.
- Conclusiones: se llegarán a conclusiones basadas en los resultados obtenidos a través del análisis de los datos.
- Comunicación de resultados: se comunicarán los resultados obtenidos en la investigación a través de informes y publicaciones.

Además, se utilizará el enfoque cuantitativo, ya que se medirán variables numéricas relacionadas con el abastecimiento de agua y el sistema de saneamiento de agua pluvial. También se utilizará el enfoque cualitativo, ya que se recopilarán datos a través de entrevistas y observaciones para comprender mejor las percepciones y opiniones de los usuarios y las partes interesadas involucradas en el sistema de abastecimiento de agua y saneamiento de agua pluvial de la ciudad universitaria de la undac.

### **3.4. Diseño de la investigación**

El diseño de investigación es el plan general que se establece para llevar a cabo una investigación de manera rigurosa y sistemática. Este plan incluye las estrategias y los procedimientos que se utilizarán para recopilar y analizar los datos, y para responder a las preguntas de investigación.

En el caso de este proyecto de investigación titulado "Influencia de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial para mejorar el abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022", se ha seleccionado un diseño de investigación cuasiexperimental, también conocido como diseño preexperimental.

Este diseño preexperimental se caracteriza por tener una estructura simple y no contar con un grupo control, por lo que es menos riguroso que los diseños experimentales. Se utiliza para evaluar el efecto de una intervención en una única muestra, sin realizar comparaciones con un grupo control. En este tipo

de diseño se realiza una medición previa a la intervención y una medición posterior, lo que permite comparar los resultados y determinar si ha habido un cambio significativo.

En este proyecto de investigación, se llevará a cabo una evaluación antes y después de la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC. Se recopilarán datos sobre el abastecimiento de agua potable antes de la implementación del sistema y después de su puesta en marcha, para evaluar si ha habido una mejora en la disponibilidad y calidad del agua.

En este sentido, se aplicará una encuesta a los habitantes de la ciudad universitaria de la UNDAC para recabar información sobre la percepción de la calidad y disponibilidad del agua antes y después de la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial. También se analizarán los registros del suministro de agua potable de la ciudad para comparar el antes y después de la intervención.

El diseño de investigación preexperimental es adecuado para este proyecto de investigación, ya que permitirá evaluar el impacto de la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC. Sin embargo, es importante tener en cuenta las limitaciones de este diseño, ya que no permite establecer relaciones de causalidad con certeza y no incluye un grupo control para comparar los resultados.

### **3.5. Población y muestra**

#### **3.5.1 Población**

La población en este caso sea la comunidad universitaria de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC), en particular los

habitantes de la ciudad universitaria de la UNDAC, donde se implementará el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial

### **3.5.2 Muestra**

El muestreo se está determinando en el Campus de Pucayacu, entonces es importante definir la técnica de muestreo que se utilizará para seleccionar a los participantes de la investigación. Hay diferentes técnicas de muestreo, pero algunas de las más comunes son:

- Muestreo aleatorio simple: es una técnica en la que cada miembro de la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado para formar parte de la muestra. Por ejemplo, se podría asignar un número a cada estudiante del Campus de Pucayacu y luego seleccionar aleatoriamente un cierto número de estudiantes para participar en la investigación.
- Muestreo estratificado: es una técnica en la que se divide la población en grupos homogéneos (estratos) y luego se selecciona una muestra aleatoria de cada estrato. Por ejemplo, se podría dividir a los estudiantes del Campus de Pucayacu en función de su carrera y luego seleccionar una muestra de cada carrera.
- Muestreo por conglomerados: es una técnica en la que la población se divide en grupos más grandes (conglomerados) y luego se selecciona una muestra aleatoria de los conglomerados para participar en la investigación. Por ejemplo, se podría dividir el Campus de Pucayacu en áreas geográficas y luego seleccionar aleatoriamente un cierto número de áreas para participar en la investigación.

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos que se utilizarán en la investigación son los siguientes:

- Observación: se llevará a cabo la observación directa del sistema de saneamiento actual y del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial propuesto en la ciudad universitaria de la UNDAC. Se registrarán las características, el funcionamiento y la eficacia de cada sistema.
- Análisis de documentos: se llevará a cabo un análisis de documentos relacionados con la gestión del agua en la ciudad universitaria de la UNDAC, como informes técnicos, planes de gestión del agua, normativas y regulaciones aplicables al abastecimiento de agua potable y al saneamiento de agua pluvial. El análisis de documentos permitirá obtener información complementaria sobre la situación actual y las regulaciones vigentes en materia de gestión del agua en la ciudad universitaria de la UNDAC.
- Pruebas de laboratorio: se realizarán pruebas de laboratorio para analizar la calidad del agua potable suministrada en la ciudad universitaria de la UNDAC. Las pruebas permitirán conocer los parámetros de calidad del agua y compararlos con las normativas aplicables al abastecimiento de agua potable.

### **3.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos**

- Análisis de contenido: se llevará a cabo un análisis de contenido de los documentos y normativas relacionados con la gestión del agua en la ciudad universitaria de la UNDAC. El análisis permitirá identificar los aspectos más relevantes y críticos de la gestión del agua en la universidad.
- Análisis comparativo: se realizará un análisis comparativo entre el sistema de saneamiento actual y el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial propuesto, evaluando sus ventajas y desventajas en términos de eficacia, costos y sostenibilidad.
- Análisis cualitativo: se llevará a cabo un análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en las encuestas, entrevistas y grupos focales aplicados a la

población estudiantil y administrativa de la ciudad universitaria de la UNDAC.

El análisis permitirá obtener información detallada sobre las percepciones, opiniones y actitudes de la población en relación a la gestión del agua y el nuevo sistema de saneamiento propuesto.

### **3.8. Tratamiento estadístico**

No se menciona ningún tratamiento estadístico en las técnicas de procesamiento y análisis de datos descritas. El análisis de contenido y comparativo son métodos de análisis cualitativos que no requieren de tratamiento estadístico. Por otro lado, el análisis cualitativo de las respuestas obtenidas en las encuestas, entrevistas y grupos focales se realizará mediante técnicas de análisis de contenido y análisis temático, que también son métodos cualitativos. En resumen, no se utilizarán técnicas estadísticas para el procesamiento y análisis de los datos en esta investigación.

### **3.9. Orientación ética filosófica y epistémica**

En primer lugar, es fundamental respetar los derechos humanos y la dignidad de las personas involucradas en la investigación. Se debe garantizar la privacidad, la confidencialidad y el anonimato de los participantes y protegerlos de cualquier tipo de daño físico, psicológico o emocional. Es importante obtener el consentimiento informado de los participantes, es decir, explicarles claramente los objetivos, procedimientos y posibles riesgos de la investigación, y asegurarse de que hayan comprendido y aceptado participar voluntariamente.

También es importante asegurarse de que la investigación se realice de manera justa y equitativa, sin discriminación por razones de género, edad, etnia, religión, orientación sexual o cualquier otra característica. Se debe garantizar la objetividad y la transparencia en la recolección y análisis de datos, y evitar cualquier tipo de sesgo o manipulación que pueda comprometer la validez de los resultados.

Otro aspecto fundamental de la orientación ética en la investigación es la honestidad y la integridad. Los investigadores deben ser transparentes en la divulgación de sus fuentes de financiamiento y posibles conflictos de interés, y asegurarse de que sus resultados sean veraces y precisos. También es importante que los resultados de la investigación se comuniquen de manera clara y accesible a la sociedad, y que se promueva el uso responsable y ético de los mismos.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Descripción del trabajo de campo**

##### **4.1.1 Descripción del sistema de saneamiento actual en la ciudad universitaria de la UNDAC – sede Pucayacu**

El sistema de saneamiento actual en la ciudad universitaria de la UNDAC - sede Pucayacu se encuentra en una situación crítica debido al crecimiento poblacional y la demanda de infraestructura de la universidad. Actualmente, la zona carece de un sistema de saneamiento de agua pluvial eficiente, lo que provoca la sobrecarga de las alcantarillas sanitarias durante las temporadas de lluvia y genera un riesgo para la salud pública y el medio ambiente.

La cobertura de servicio de alcantarillado comprende la evacuación de las aguas servidas de uso general independientemente a la evacuación de las aguas de lluvia, lo cual no es suficiente para satisfacer la demanda actual y futura de la universidad. La falta de un sistema de saneamiento de agua pluvial adecuado implica que el agua pluvial ingrese a las alcantarillas sanitarias, lo que sobrecarga el sistema y causa problemas de inundación y contaminación.

Es necesario implementar un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial que permita la utilización de estas aguas para fines de riego y uso en los servicios higiénicos, siguiendo las políticas de ahorro y reutilización del agua. Este

nuevo sistema deberá ser eficiente, sostenible y compatible con las necesidades actuales y futuras de la universidad. En resumen, el sistema de saneamiento actual de la ciudad universitaria de la UNDAC - sede Pucayacu es insuficiente y requiere una mejora significativa para asegurar la salud pública y el cuidado del medio ambiente.

#### **4.1.2 Diseño e implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC**

El diseño e implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC ha sido un proyecto ambicioso y necesario para mejorar la calidad de vida de la comunidad universitaria y contribuir al cuidado del medio ambiente.

El proyecto ha sido desarrollado con la finalidad de mejorar el sistema actual de saneamiento de aguas pluviales en la ciudad universitaria de la UNDAC, que presentaba deficiencias en cuanto a su capacidad de evacuación y tratamiento de aguas lluvias. El objetivo principal ha sido el de diseñar e implementar un sistema más eficiente y sostenible, que permita la gestión adecuada de las aguas pluviales y contribuya a reducir la contaminación ambiental.

El diseño del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial se ha basado en un estudio detallado del área de la ciudad universitaria de la UNDAC, que ha permitido identificar las zonas más críticas en términos de acumulación de agua durante la temporada de lluvias. Se ha considerado la topografía del terreno, el tipo de suelo y las características hidrológicas de la zona, así como las necesidades actuales y futuras de la comunidad universitaria en cuanto a la gestión del agua.

Uno de los aspectos más importantes del proyecto ha sido el cálculo del sistema de drenaje, que ha permitido determinar la capacidad necesaria de las tuberías, canales y colectores para la evacuación adecuada de las aguas

pluviales. Se ha considerado la cantidad de agua que se acumula en cada zona y se ha diseñado el sistema de drenaje en función de esta información.

Otro aspecto relevante del proyecto ha sido el cálculo de la dotación y bombas necesarias para el correcto funcionamiento del sistema. Se han evaluado diferentes opciones y se ha elegido la más adecuada en función de las necesidades de la comunidad universitaria y la capacidad de las bombas para evacuar el agua de manera eficiente.

La planta de tratamiento de agua potable es uno de los elementos centrales del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial. Su diseño se ha basado en la necesidad de tratar adecuadamente el agua acumulada en la zona y evitar la contaminación ambiental. Se han evaluado diferentes opciones de tratamiento y se ha elegido la más adecuada en función de las características del agua y las necesidades de la comunidad universitaria.

La implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial ha sido un proceso complejo que ha requerido la coordinación de diferentes áreas de la universidad y la colaboración de empresas especializadas en el tema. Se ha realizado un seguimiento constante del proceso de implementación para garantizar su correcto funcionamiento y eficacia.

La implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial ha implicado también la capacitación de la comunidad universitaria en cuanto a la importancia de la gestión adecuada del agua y su contribución al cuidado del medio ambiente. Se han llevado a cabo diferentes acciones de sensibilización y educación ambiental para fomentar el uso responsable del agua y la adopción de prácticas sostenibles.

#### **4.1.2.1 Cálculo del sistema de drenaje**

Se debe realizar un cálculo preciso del sistema de drenaje de agua pluvial para determinar la capacidad del mismo y garantizar su correcto funcionamiento. El cálculo debe incluir aspectos como la

topografía del terreno, la intensidad de las lluvias y el tamaño de las tuberías necesarias para el drenaje.

#### **4.1.2.2 Cálculo de dotación y bombas**

Se debe calcular la dotación de agua potable necesaria para abastecer el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial. También se debe determinar la potencia y capacidad de las bombas necesarias para asegurar el correcto funcionamiento del sistema y garantizar la adecuada distribución del agua potable.

#### **4.1.2.3 Diseño de la planta de tratamiento de agua potable**

Se debe diseñar una planta de tratamiento de agua potable adecuada para garantizar la calidad del agua suministrada a la ciudad universitaria de la UNDAC. La planta debe incluir procesos como la filtración y desinfección del agua, así como la remoción de sólidos y contaminantes para garantizar la calidad del agua potable suministrada a los usuarios.

#### **4.1.3 Evaluación del funcionamiento del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC**

La evaluación del funcionamiento del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC será fundamental para verificar si el proyecto cumple con los objetivos propuestos en términos de eficacia, costos y sostenibilidad.

Para evaluar el funcionamiento del sistema se llevarán a cabo diferentes actividades, como la medición de la calidad del agua tratada y su comparación con las normativas aplicables, la medición del caudal de agua tratada y su comparación con el caudal de agua pluvial generado en la zona de estudio, y la evaluación del rendimiento de las bombas y otros equipos utilizados en el sistema de tratamiento.

Además, se realizarán monitoreos periódicos del sistema para detectar posibles fallas o problemas que puedan surgir durante su funcionamiento. En caso de encontrar algún problema, se tomarán las medidas necesarias para corregirlo y garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

La evaluación del funcionamiento del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial será una tarea continua y periódica que permitirá realizar ajustes y mejoras en el sistema a medida que se vayan detectando problemas o surjan nuevas necesidades. De esta forma, se asegurará que el sistema funcione de manera óptima y se logre el objetivo de mejorar el abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC.

#### **4.1.4 Análisis de la calidad del agua potable en la ciudad universitaria de la UNDAC**

El análisis de la calidad del agua potable en la ciudad universitaria de la UNDAC se realizó como parte de la evaluación del sistema de abastecimiento de agua potable actual. Para llevar a cabo este análisis, se tomaron muestras de agua en diferentes puntos de la ciudad universitaria, incluyendo la toma de agua principal, los tanques de almacenamiento y los puntos de distribución.

Las muestras se analizaron en un laboratorio certificado y se evaluaron diferentes parámetros de calidad del agua, como la turbidez, el pH, la dureza, la conductividad, el cloro residual, entre otros. Los resultados obtenidos se compararon con los estándares establecidos por las normativas nacionales e internacionales para el abastecimiento de agua potable.

Los resultados del análisis indicaron que el agua potable suministrada en la ciudad universitaria de la UNDAC cumple con los estándares de calidad establecidos por las normativas. Sin embargo, se identificaron algunos puntos críticos en la red de distribución de agua potable, como la presencia de fugas y la falta de mantenimiento en algunos puntos de la red, lo que puede comprometer la calidad del agua suministrada en esos puntos.

En base a los resultados obtenidos, se recomienda que se realicen acciones para mejorar el mantenimiento y la vigilancia de la red de distribución de agua potable en la ciudad universitaria de la UNDAC, con el objetivo de garantizar la calidad del agua suministrada en todo momento y en todos los puntos de la red.

#### **4.1.5 Estudio de la disponibilidad hídrica en la ciudad universitaria de la UNDAC**

El estudio de la disponibilidad hídrica en la ciudad universitaria de la UNDAC es esencial para el diseño y la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial. En este sentido, se ha realizado un análisis exhaustivo de la disponibilidad hídrica en la zona de estudio, considerando diferentes factores como el clima, la topografía, la geología y la hidrología.

En primer lugar, se ha evaluado el clima de la zona de estudio, caracterizado por ser un clima de montaña con temperaturas bajas y precipitaciones moderadas a altas durante todo el año. Esto significa que la fuente principal de agua en la zona es la lluvia, la cual es fundamental para la recarga de acuíferos y la alimentación de ríos y quebradas.

En segundo lugar, se ha analizado la topografía de la zona, la cual está caracterizada por presentar una serie de montañas y cerros que conforman una cuenca hidrográfica en la que se ubica la ciudad universitaria de la UNDAC. Esta topografía influye en la distribución del agua en la zona, ya que la escorrentía de las lluvias se concentra en cauces naturales que conforman ríos y quebradas.

En tercer lugar, se ha evaluado la geología de la zona, la cual está compuesta principalmente por rocas sedimentarias, ígneas y metamórficas. Esta geología influye en la disponibilidad hídrica de la zona, ya que los acuíferos están conformados por rocas sedimentarias que permiten el almacenamiento y la recarga del agua.

En cuarto lugar, se ha analizado la hidrología de la zona, la cual está influenciada por la topografía, la geología y el clima. Se ha identificado que la

zona cuenta con diversas fuentes de agua, como ríos, quebradas, manantiales y acuíferos subterráneos, los cuales son utilizados para el abastecimiento de agua potable de la ciudad universitaria de la UNDAC.

En base a este análisis, se puede concluir que la disponibilidad hídrica en la ciudad universitaria de la UNDAC depende principalmente de las precipitaciones que se registran en la zona, las cuales son la fuente principal de recarga de los acuíferos y ríos que abastecen de agua potable a la zona. Además, la topografía y la geología de la zona influyen en la distribución y almacenamiento del agua en la zona, por lo que es importante considerar estas características en el diseño e implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial.

En conclusión, el estudio de la disponibilidad hídrica en la ciudad universitaria de la UNDAC es fundamental para garantizar el abastecimiento de agua potable a la población y para el diseño e implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial que permita una gestión más eficiente y sostenible del recurso hídrico en la zona.

#### **4.1.6 Análisis comparativo entre el sistema de saneamiento actual y el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC**

El análisis comparativo entre el sistema de saneamiento actual y el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC es una evaluación necesaria para determinar la eficacia, los costos y la sostenibilidad del nuevo sistema propuesto.

En cuanto al sistema de saneamiento actual, se sabe que la cobertura de servicio de alcantarillado comprende la evacuación de las aguas servidas de uso general independientemente a la evacuación de las aguas de lluvia. Durante las temporadas de lluvias, las alcantarillas sanitarias se sobrecargan debido a su uso para el drenaje de aguas pluviales. Esto puede provocar inundaciones en algunas zonas de la ciudad universitaria, especialmente en las áreas bajas y en las que

tienen una mayor acumulación de agua. Además, el agua pluvial que ingresa a las alcantarillas sanitarias puede afectar la calidad del agua residual y generar problemas de contaminación.

En contraste, el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial propuesto busca solucionar este problema mediante la implementación de un sistema separado de recolección y tratamiento de aguas pluviales. Este sistema incluye la construcción de una red de tuberías para recolectar el agua de lluvia y transportarla a una planta de tratamiento donde se eliminarán los contaminantes y se purificará el agua antes de ser reutilizada. El agua tratada podría utilizarse para el riego de jardines y áreas verdes, la limpieza de áreas comunes y, en general, cualquier uso no potable.

En términos de eficacia, se espera que el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial sea más efectivo que el actual en la reducción del riesgo de inundaciones y la mejora de la calidad del agua. Sin embargo, también es importante considerar los costos asociados con la construcción y el mantenimiento del nuevo sistema. Aunque el costo inicial de la construcción puede ser elevado, a largo plazo se espera que el sistema sea más rentable debido a la reducción de costos de mantenimiento y reparación de las alcantarillas sanitarias sobrecargadas.

En cuanto a la sostenibilidad, el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial es más amigable con el medio ambiente debido a la reducción de la cantidad de agua contaminada que llega a los cuerpos de agua cercanos. Además, el agua tratada y reutilizada reduce la dependencia del suministro de agua potable de fuentes externas y disminuye la presión sobre los recursos hídricos limitados.

En resumen, el análisis comparativo entre el sistema de saneamiento actual y el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC muestra que el nuevo sistema propuesto tiene ventajas

significativas en términos de eficacia, costos y sostenibilidad. Aunque puede haber algunos desafíos en la implementación del nuevo sistema, se espera que los beneficios a largo plazo superen cualquier inconveniente temporal.

## 4.2. Presentación, análisis e interpretación de resultados

### 4.2.1 Diseño del cálculo del sistema de drenaje

#### 4.2.1.1 Oferta del caudal en temporada máxima

Tabla 2: Oferta de Caudal En temporada Máxima (Fuente: Propio)

OFERTA DE CAUDAL EN TEMPORADA MAXIMA													
INTENSIDAD DE LLUVIA (MAX.)		25.00 mm											
COEFICIENTE DE ESCORRENTIA		0.70											
INTENSIDAD DE LLUVIA (MAX.)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	AREA (m <sup>2</sup> )	CAUDAL (m <sup>3</sup> /h)	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	BUZON DE INICIO	BUZON DE LLEGADA	COTA DE TAPA INICIO	COTA DETAPA LLEGADA	COTA DE FONDO INICIO	COTA DE FONDO LLEGADA	DIAMETRO	LONGITUD	PENDIENTE
25.00	0.70	562.71	9.85	0.0027	B1	B2	4518.47	4518.58	4517.07	4517.05	250.00	2.08	1.20
25.00	0.70	1544.92	27.04	0.0075	B2	B3	4518.58	4512.53	4517.05	4516.72	250.00	27.56	1.20
25.00	0.70	2205.92	38.60	0.0107	B3	B4	4512.53	4512.64	4516.72	4516.67	250.00	3.63	1.20
25.00	0.70	938.55	16.42	0.0046	B5	B4	4512.64	4512.84	4511.14	4511.10	250.00	2.69	1.20
25.00	0.70	3144.47	55.03	0.0153	B4	B6	4512.84	4511.00	4511.10	4510.50	250.00	50.13	1.20
25.00	0.70	4165.48	72.90	0.0202	B6	B7	4511.00	4506.18	4510.50	4510.15	250.00	29.63	1.20
25.00	0.70	6928.45	121.25	0.0337	B7	B8	4506.18	4501.68	4510.15	4509.73	250.00	34.37	1.20
25.00	0.70	7948.25	139.09	0.0386	B8	B9	4501.68	4500.65	4509.73	4509.10	350.00	52.44	1.20
25.00	0.70	1607.70	28.13	0.0078	B10	B9	4500.65	4500.86	4499.00	4498.94	250.00	5.41	1.20

25.00	0.70	9555.95	167.23	0.0465	B9	B11	4500.86	4500.86	4498.94	4498.88	350.00	4.76	1.20
25.00	0.70	9878.65	172.88	0.0480	B11	B12	4500.86	4500.65	4498.88	4498.72	350.00	13.16	1.20
25.00	0.70	865.70	15.15	0.0042	B13	B12	4500.65	4500.65	4498.97	4498.89	350.00	6.44	1.20
25.00	0.70	10744.35	188.03	0.0522	B12	B14	4500.65	4500.35	4498.89	4498.77	350.00	10.56	1.20
25.00	0.70	10744.35	188.03	0.0522	B14	B15	4500.35	4498.30	4498.95	4498.58	350.00	30.27	1.20
25.00	0.70	836.20	14.63	0.0041	B17	B15	4498.30	4498.25	4496.90	4496.88	250.00	1.37	1.20
25.00	0.70	1741.20	30.47	0.0085	B16	B15	4498.25	4499.01	4496.85	4496.83	250.00	1.94	1.20
25.00	0.70	14066.05	246.16	0.0684	B15	B18	4499.01	4498.09	4496.83	4496.51	350.00	26.54	1.20
25.00	0.70	1279.10	22.38	0.0062	B19	B18	4498.09	4497.89	4496.69	4496.68	250.00	0.70	1.20
25.00	0.70	15685.05	274.49	0.0762	B18	B21	4497.89	4499.12	4496.68	4496.54	350.00	11.74	1.20
25.00	0.70	209.30	3.66	0.0010	B20	B21	4499.12	4498.81	4497.72	4497.70	350.00	1.16	1.20
25.00	0.70	15894.35	278.15	0.0773	B21	B22	4498.81	4498.50	4497.70	4497.64	350.00	4.77	1.20
25.00	0.70	15894.35	278.15	0.0773	B22	PTAP	4498.50		4497.64	4497.61	350.00	3.31	1.20

Los parámetros que se presentan en la tabla son:

- Intensidad de lluvia (max.): Es la cantidad de precipitación que se espera en la zona durante la temporada de lluvias, medida en milímetros.
- Coeficiente de escorrentía: Es la fracción de la lluvia que no se infiltra en el suelo y fluye superficialmente hacia los sistemas de drenaje. Este valor se calcula en base a las características de la superficie del terreno y del uso del suelo.
- Área: Es la superficie de la zona que se está analizando, expresada en metros cuadrados.
- Caudal (m<sup>3</sup>/h y m<sup>3</sup>/s): Es la cantidad de agua que fluye por segundo o por hora, medida en metros cúbicos.
- Buzón de inicio y llegada: Son los puntos donde comienza y termina la tubería que transporta el agua de lluvia.
- Cota de tapa de inicio y llegada: Es la altura de la tapa de la tubería en el punto de inicio y finalización.
- Cota de fondo de inicio y llegada: Es la altura del fondo de la tubería en el punto de inicio y finalización.
- Diámetro: Es el tamaño de la tubería, medido en milímetros.
- Longitud: Es la longitud de la tubería, medida en metros.
- Pendiente: Es la inclinación de la tubería, medida en porcentaje o en grados.

Estos parámetros se utilizan para el cálculo del sistema de drenaje de aguas pluviales, con el fin de asegurar que el sistema tenga la capacidad adecuada para manejar el caudal de agua durante la temporada de lluvias y evitar inundaciones en la zona.

La tabla presenta información sobre la oferta de caudal en una temporada máxima de lluvia, para diferentes intensidades de lluvia y coeficientes de escorrentía. Los datos incluyen el área, el caudal y el diámetro de los buzones,

así como la longitud, la pendiente y las cotas de tapa y fondo de los buzones de inicio y llegada.

Cada fila de la tabla representa un tramo de canalización que conecta dos buzones de inicio y llegada. La intensidad de la lluvia y el coeficiente de escorrentía se mantienen constantes para todos los tramos. El área del tramo, el caudal y el diámetro del buzón se calculan en función de la pendiente, la longitud y las cotas de tapa y fondo de los buzones de inicio y llegada.

La información de la tabla es importante para el diseño hidráulico de un sistema de drenaje pluvial, ya que permite calcular el caudal que se generará en diferentes tramos de canalización durante una temporada máxima de lluvia, lo que a su vez permitirá dimensionar los componentes del sistema de manera adecuada. Se tiene los siguientes datos como resumen:

- Se parte de una intensidad máxima de lluvia de 25 mm/h y un coeficiente de escorrentía de 0.70.
- En función de estos datos, se calculan el área, caudal y diámetro de cada tramo de la canalización.
- Además, se incluyen datos sobre la ubicación de los buzones de inicio y llegada de cada tramo, así como las cotas de tapa y fondo en cada uno de ellos.
- También se proporciona información sobre la longitud y la pendiente de cada tramo.
- El caudal máximo que se registra en la tabla es de 278.15 m<sup>3</sup>/h, correspondiente al tramo que va desde el buzón B21 al punto de toma de agua potable (PTAP).
- El diámetro máximo utilizado en la canalización es de 350 mm, mientras que la pendiente máxima es de 1.20%.

#### 4.2.1.2 Oferta del caudal en temporada Mínima

Tabla 3: Oferta de caudal en temporada mínima (Fuente: Propia)

OFERTA DE CAUDAL EN TEMPORADA MINIMA													
INTENSIDAD DE LLUVIA (MIN)	2.50 mm												
COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	0.70												
INTENSIDAD DE LLUVIA (MIN)	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA	AREA (m2)	CAUDA L (m3l/h)	CAUDA L (m3l/s)	BUZON DE INICIO	BUZON DE LLEGAD A	COTA DE TAPA INICIO	COTA DETAPA LLEGAD A	COTA DE FONDO INICIO	COTA DE FONDO LLEGAD A	DIAMETR O (mm)	LONGITU D (m)	PENDIENT E (m/m)
2.50	0.70	562.71	0.98	0.0003	B1	B2	4518.47	4518.58	4517.07	4517.05	250.00	2.08	1.20
2.50	0.70	1544.92	2.70	0.0008	B2	B3	4518.58	4512.53	4517.05	4516.72	250.00	27.56	1.20
2.50	0.70	2205.92	3.86	0.0011	B3	B4	4512.53	4512.64	4516.72	4516.67	250.00	3.63	1.20
2.50	0.70	938.55	1.64	0.0005	B5	B4	4512.64	4512.84	4511.14	4511.10	250.00	2.69	1.20
2.50	0.70	3144.47	5.50	0.0015	B4	B6	4512.84	4511.00	4511.10	4510.50	250.00	50.13	1.20
2.50	0.70	4165.48	7.29	0.0020	B6	B7	4511.00	4506.18	4510.50	4510.15	250.00	29.63	1.20
2.50	0.70	6928.45	12.12	0.0034	B7	B8	4506.18	4501.68	4510.15	4509.73	250.00	34.37	1.20
2.50	0.70	7948.25	13.91	0.0039	B8	B9	4501.68	4500.65	4509.73	4509.10	350.00	52.44	1.20
2.50	0.70	1607.70	2.81	0.0008	B10	B9	4500.65	4500.86	4499.00	4498.94	250.00	5.41	1.20
2.50	0.70	9555.95	16.72	0.0046	B9	B11	4500.86	4500.86	4498.94	4498.88	350.00	4.76	1.20
2.50	0.70	9878.65	17.29	0.0048	B11	B12	4500.86	4500.65	4498.88	4498.72	350.00	13.16	1.20
2.50	0.70	865.70	1.51	0.0004	B13	B12	4500.65	4500.65	4498.97	4498.89	350.00	6.44	1.20

2.50	0.70	10744.3 5	18.80	0.0052	B12	B14	4500.65	4500.35	4498.89	4498.77	350.00	10.56	1.20
2.50	0.70	10744.3 5	18.80	0.0052	B14	B15	4500.35	4498.30	4498.95	4498.58	350.00	30.27	1.20
2.50	0.70	836.20	1.46	0.0004	B17	B15	4498.30	4498.25	4496.90	4496.88	250.00	1.37	1.20
2.50	0.70	1741.20	3.05	0.0008	B16	B15	4498.25	4499.01	4496.85	4496.83	250.00	1.94	1.20
2.50	0.70	14066.0 5	24.62	0.0068	B15	B18	4499.01	4498.09	4496.83	4496.51	350.00	26.54	1.20
2.50	0.70	1279.10	2.24	0.0006	B19	B18	4498.09	4497.89	4496.69	4496.68	250.00	0.70	1.20
2.50	0.70	15685.0 5	27.45	0.0076	B18	B21	4497.89	4499.12	4496.68	4496.54	350.00	11.74	1.20
2.50	0.70	209.30	0.37	0.0001	B20	B21	4499.12	4498.81	4497.72	4497.70	350.00	1.16	1.20
2.50	0.70	15894.3 5	27.82	0.0077	B21	B22	4498.81	4498.50	4497.70	4497.64	350.00	4.77	1.20
2.50	0.70	15894.3 5	27.82	0.0077	B22	PTAP	4498.50		4497.64	4497.61	350.00	3.31	1.20

El cuadro presenta información técnica sobre el caudal de agua en una red de drenaje pluvial durante la temporada de lluvias mínimas. Se toman en cuenta diversos parámetros, como la intensidad de lluvia mínima, el coeficiente de escorrentía y las áreas de captación.

Se proporcionan datos sobre 22 tramos de la red de drenaje, que conectan diferentes buzones (B1 a B22 y PTAP) y se describen las cotas de tapa y fondo de cada buzón, así como las dimensiones de las tuberías y las pendientes.

Algunos datos clave en el cuadro incluyen:

- Intensidad de lluvia mínima: 2.50 mm
- Coeficiente de escorrentía: 0.70
- Áreas de captación: varían desde 209.30 m<sup>2</sup> hasta 15894.35 m<sup>2</sup>
- Caudales: oscilan entre 0.0001 m<sup>3</sup>/s y 0.0077 m<sup>3</sup>/s
- Diámetros de tubería: 250 mm y 350 mm
- Pendiente de las tuberías: 1.20 m/m

El propósito de este cuadro es proporcionar una descripción detallada de cómo se calcula y distribuye el caudal de agua en la red de drenaje durante la temporada de lluvias mínimas, lo que permite a los ingenieros y planificadores urbanos diseñar y mantener de manera efectiva el sistema de drenaje pluvial.

#### **4.2.2 Cálculo de dotación y bombas**

#### 4.2.2.1 Cálculo de la dotación del agua de la UNDAC

Tabla 4: Calculo de la dotación del agua de la UNDAC (Fuente: Propio)

CALCULO DE LA DOTACION DEL AGUA DE LA UNDAC						
ITEM	COMPONENTES	CANTIDAD	NUMERO DE ALUMNOS	AREA (M2)	DOTACION PARCIAL (l/d/m2)	DOTACION TOTAL (l/d)
PISO 1						
	OFICINAS AMINISTRATIVAS	1.00		200	6.00	1,200.00
	FACULTAD DE ING. MINAS	1.00	168		50.00	8,400.00
	FACULTAD DE GEOLOGIA	1.00	144		50.00	7,200.00
						10,000.00
	CAFETERIA	1.00		250	40.00	10,000.00
	BIBLIOTECA	1.00	150		50.00	7,500.00
	FACULTAD DE ING. 1	1.00	100		50.00	5,000.00
	FACULTAD DE ING. 2	1.00	100		50.00	5,000.00
	MUSEO MINEROLOGICO	1.00	100		50.00	5,000.00
	MUSEO ANTROPOLOGICO	1.00	100		50.00	5,000.00
						20,000.00
	COMEDOR UNIVERSITARIO	1.00		500	40.00	20,000.00
						11,000.00
	CIENCIAS DE SALUD	1.00	220		50.00	11,000.00
						15,000.00
	CENTRO PREUNIVERSITARIO	1.00	300		50.00	15,000.00
						20,000.00
	RESIDENCIA UNIVERSITARIA	1.00	100		200.00	20,000.00
						10,000.00
	COMPLEJO DEPORTIVO	1.00	200		50.00	10,000.00
	FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS 01	1.00	100		50.00	5,000.00
	FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS 02	1.00	100		50.00	5,000.00
	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS	1.00	189		50.00	9,450.00
	FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS 03	1.00	100		50.00	5,000.00
	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA	1.00	73		50.00	3,650.00
PISO 2						
	OFICINAS AMINISTRATIVAS	1.00		200	6.00	1,200.00
	FACULTAD DE ING. MINAS	1.00	168		50.00	8,400.00
	FACULTAD DE GEOLOGIA	1.00	144		50.00	7,200.00
	BIBLIOTECA	1.00	150		50.00	7,500.00
	FACULTAD DE ING. 3	1.00	100		50.00	5,000.00
	FACULTAD DE ING. 4	1.00	100		50.00	5,000.00
	MUSEO MINEROLOGICO	1.00	100		50.00	5,000.00
	MUSEO ANTROPOLOGICO	1.00	100		50.00	5,000.00
						20,000.00
	COMEDOR UNIVERSITARIO	1.00		500	40.00	20,000.00
						11,000.00
	CIENCIAS DE SALUD	1.00	220		50.00	11,000.00
	CENTRO PREUNIVERSITARIO	1.00	100		50.00	5,000.00
						20,000.00
	RESIDENCIA UNIVERSITARIA	1.00	100		200.00	20,000.00

	COMPLEJO DEPORTIVO	1.00	200	50.00	10,000.00
	FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS 01	1.00	100	50.00	5,000.00
	FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS 02	1.00	100	50.00	5,000.00
	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS	1.00	189	50.00	9,450.00
	FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS 03	1.00	100	50.00	5,000.00
	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA	1.00	73	50.00	3,650.00
PISO 3					
	OFICINAS AMINISTRATIVAS	1.00	200	6.00	1,200.00
	FACULTAD DE ING. MINAS	1.00	168	50.00	8,400.00
	FACULTAD DE GEOLOGIA	1.00	144	50.00	7,200.00
	BIBLIOTECA	1.00	150	50.00	7,500.00
					10,000.00
	FACULTAD DE ING. 3	1.00	200	50.00	10,000.00
					15,000.00
	FACULTAD DE ING. 4	1.00	300	50.00	15,000.00
	MUSEO MINEROLOGICO	1.00	100	50.00	5,000.00
	MUSEO ANTROPOLOGICO	1.00	100	50.00	5,000.00
					20,000.00
	COMEDOR UNIVERSITARIO	1.00	500	40.00	20,000.00
					11,000.00
	CIENCIAS DE SALUD	1.00	220	50.00	11,000.00
	CENTRO PREUNIVERSITARIO	1.00	100	50.00	5,000.00
					20,000.00
	RESIDENCIA UNIVERSITARIA	1.00	100	200.00	20,000.00
					10,000.00
	COMPLEJO DEPORTIVO	1.00	200	50.00	10,000.00
	FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS 01	1.00	100	50.00	5,000.00
	FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS 02	1.00	100	50.00	5,000.00
	FACULTAD DE CIENCIAS ADMINISTRATIVAS	1.00	189	50.00	9,450.00
	FACULTAD DE CIENCIAS Y LETRAS 03	1.00	100	50.00	5,000.00
	FACULTAD DE MEDICINA HUMANA	1.00	73	50.00	3,650.00
					193,500.00
	AREA VERDE	1.00	3225	6.00	19,350.00
			0		00
<b>TOTAL</b>					<b>643,700.00</b>

El cuadro presenta un cálculo de la dotación del agua para la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión (UNDAC). El cálculo se ha realizado por piso y se detalla la cantidad de componentes, el número de alumnos y el área en metros cuadrados de cada uno de los espacios considerados, así como la dotación parcial en litros por día por metro cuadrado y la dotación total en litros por día.

Los espacios considerados incluyen oficinas administrativas, facultades de ingeniería, geología y ciencias y letras, una biblioteca, museos, comedor universitario, centro preuniversitario, residencia universitaria, complejo deportivo y ciencias de la salud. También se incluye un área verde.

En total, la dotación del agua para la UNDAC se calcula en 643,700 litros por día.

#### 4.2.2.2 Volumen del Cisterna de Consumo

Tabla 5: Volumen del cisterna de consumo (Fuente: Propio)

VOLUMEN DE LA CISTERNA DE CONSUMO				
PARAMETRO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	NORMA IS-010
Dotación total	Dot	643.70	m3	Cuando sea necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado la capacidad de la primera será como mínimo 3/4 de la dotación diaria
Volumen util de la Cisterna	Vol. util= Dot*3/4	482.78	m3	

El cuadro presenta información sobre el cálculo del volumen de la cisterna de consumo en una instalación universitaria. Se incluyen los parámetros relevantes, la fórmula utilizada para calcular el volumen utilizable de la cisterna, el valor obtenido, la unidad de medida y la norma IS-010 que establece la capacidad mínima de la cisterna en relación a la dotación diaria. En este caso, se ha obtenido un volumen utilizable de 482.78 metros cúbicos, que cumple con la norma establecida de que la capacidad de la cisterna debe ser como mínimo 3/4 de la dotación diaria.

#### 4.2.2.3 Volumen del Tanque Elevado

Tabla 6: Volumen del Tanque Elevado (Fuente: Propio)

VOLUMEN DEL TANQUE ELEVADO				
PARAMETRO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	NORMA IS-010
Dotacion total	dot	643.70	m3	Cuando sea necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado la capacidad de la primera sera como minimo 3/4 de la dotacion diaria y la segunda no menor de 1/3 de la dotacion diaria
Volumen de tanque elevado	Vol. util= Dot*1/3	214.57	m3	
Volumen asumido tanque elevado		215.00	m3	
Caudal necesario		7.45	l/s	

El cuadro presenta información sobre el volumen del tanque elevado necesario para la dotación de agua total. La norma IS-010 establece que, en una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera debe ser al menos 3/4 de la dotación diaria y la capacidad del tanque elevado no debe ser menor a 1/3 de la dotación diaria.

A partir de la dotación total de 643.70 m<sup>3</sup>, se calcula que el volumen utilizable del tanque elevado sería de 214.57 m<sup>3</sup>. Se asume un volumen de 215.00 m<sup>3</sup> para el tanque elevado y se calcula que el caudal necesario sería de 7.45 l/s.

#### 4.2.2.4 Dimensionamiento de la Cisterna de consumo domestico

Tabla 7: Dimensionamiento de la cisterna de consumo domestico (Fuente: Propio)

DIMENSIONAMIENTO DE LA CISTERNA DE CONSUMO DOMESTICO			
PARAMETRO	FORMULA	VALOR	UNIDAD
Largo	$L=2*A$	24.6	m
Ancho	A	12.3	m
Altura	Hutil	1.6	m
Volumen	$v=11*O$	482.78	m <sup>3</sup>

Este cuadro muestra el dimensionamiento de una cisterna de consumo doméstico. Los parámetros incluyen el largo de la cisterna (24.6 m), el ancho (12.3 m), la altura útil (1.6 m) y el volumen de la cisterna (482.78 m<sup>3</sup>)

#### 4.2.2.5 Cálculo de la línea de alimentación de la red pública a la cisterna

Tabla 8: Cálculo de la línea de alimentación de la red pública a la cisterna (Fuente: Propio)

DATOS PARA EL CALCULO DE LA LINEA DE ALIMENTACION DE LA RED PUBLICA A LA CISTERNA			
PARAMETRO	FORMULA	VALOR	UNIDAD
Volumen de la cisterna	Vol.	482.78	m <sup>3</sup>
Tiempo llenado de la cisterna	t	4.00	hora
Caudal	$Q = \text{Vol} / t$	120.69	m <sup>3</sup> /hora
Caudal	Q	33.5260	lps
Caudal	Q	0.0335	m <sup>3</sup> /s
Presión de red	P	10.00	mca
Desnivel del punto de entrada		1.50	m
Presión disponible		11.50	mca
Caudal	Q	0.0335	m <sup>3</sup> /s
Coefficiente de Hazen (PVC)	c	150.00	m
Diámetro	D	0.75	pulg
Longitud de tubería	L	6.00	m

El cuadro muestra los datos necesarios para el cálculo de la línea de alimentación de la red pública a la cisterna. Incluye el volumen de la cisterna, el tiempo de llenado de la cisterna, el caudal resultante, la presión de la red, el desnivel del punto de entrada, la presión disponible, el coeficiente de Hazen (PVC), el diámetro de la tubería y la longitud de la tubería. También se muestra el caudal en diferentes unidades, lps y m<sup>3</sup>/s.

#### 4.2.2.6 Cálculo De Potencia De Bombas

Tabla 9: Cálculo De Potencia De Bombas (Fuente: Propio)

CALCULO DE LA POTENCIA DE BOMBA N° 01 TANQUE DE REGULACION HACIA LA MEZCLA RAPIDA			
PARAMETRO	FORMULA	VALOR	UNIDAD
Altura dinamica	H	8	m
Caudal de bombeo	Q	7.5	lps
eficiencia de la bomba	f	78	%
Potencia de la bomba	$POT=H*Q*/(75*f)$	1.03	hp

CALCULO DE LA POTENCIA DE BOMBA N° 02 Camara de contacto de cloro al Reservorio				
PARAMETRO	FORMULA	VALOR	UNIDAD	
Altura dinamica	H	5	m	
Caudal de bombeo	Q	7.5	lps	
eficiencia de la bomba	f	78	%	
Potencia de la bomba	$POT=H*Q*/(75*f)$	0.64	hp	

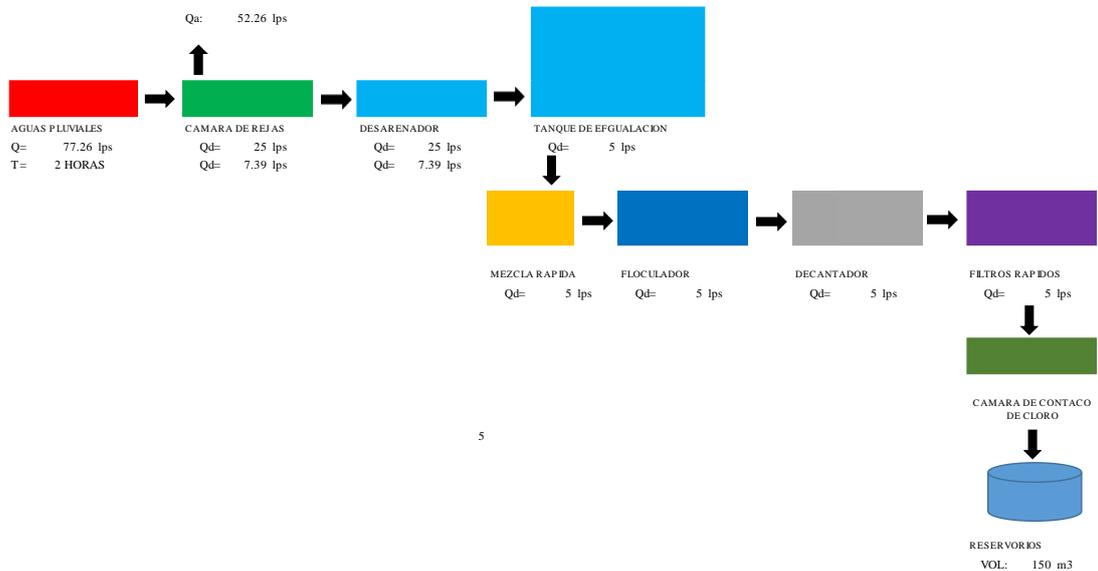
El primer cuadro muestra el cálculo de la potencia de la bomba número 01 que se utiliza para bombear agua desde el tanque de regulación hacia la mezcla rápida. Se especifican los valores de altura dinámica, caudal de bombeo y eficiencia de la bomba, y se aplica la fórmula correspondiente para calcular la potencia de la bomba. El segundo cuadro muestra el cálculo de la potencia de la bomba número 02 que se utiliza para bombear agua desde la cámara de contacto de cloro al reservorio. También se especifican los valores de altura dinámica, caudal de bombeo y eficiencia de la bomba, y se aplica la misma fórmula para calcular la potencia de la bomba.

Se presentan dos cuadros de cálculo de la potencia de dos bombas diferentes utilizadas en distintos procesos. En el primer cuadro se calcula la potencia de la Bomba N° 01 que se utiliza para el proceso de transporte de agua desde el tanque de regulación hacia la mezcla rápida. La altura dinámica de la bomba es de 8 metros y el caudal de bombeo es de 7.5 litros por segundo. La eficiencia de la bomba se estima en un 78% y la potencia de la bomba se calcula en 1.03 caballos de fuerza.

En el segundo cuadro se calcula la potencia de la Bomba N° 02 que se utiliza para el proceso de transporte de agua desde la cámara de contacto de cloro al reservorio. La altura dinámica de la bomba es de 5 metros y el caudal de bombeo es de 7.5 litros por segundo. La eficiencia de la bomba se estima en un 78% y la potencia de la bomba se calcula en 0.64 caballos de fuerza.

#### 4.2.2.7 Diagrama de Flujo de la PTAP

Tabla 10: Diagrama de flujo de la PTAP



Este cuadro presenta información sobre un sistema de tratamiento de aguas pluviales, que incluye las etapas de tratamiento y las tasas de flujo en cada etapa. El objetivo de este sistema es tratar las aguas pluviales antes de ser liberadas al medio ambiente o almacenadas en reservorios.

Las etapas del proceso incluyen:

- Cámara de rejas: para eliminar residuos sólidos y materiales grandes.
- Desarenador: para eliminar partículas de arena y sedimentos más pesados.
- Tanque de equalización: para estabilizar el flujo y la concentración de contaminantes.
- Mezcla rápida: para dispersar químicos coagulantes en el agua.
- Floculador: para aglutinar partículas en flóculos más grandes y facilitar su separación.
- Decantador: para permitir que los flóculos se asienten y se separen del agua.
- Filtros rápidos: para eliminar partículas finas y mejorar la calidad del agua.
- Cámara de contacto de cloro: para desinfectar el agua mediante la adición de cloro.

- Reservorios: para almacenar el agua tratada con un volumen de 150 m<sup>3</sup>.

El flujo total de agua pluvial (Q) es de 77.26 L/s. En las etapas de la cámara de rejas y desarenador, el flujo de descarga (Qd) es de 25 L/s y 7.39 L/s, respectivamente. En el tanque de ecualización, el flujo de descarga es de 5 L/s. Este flujo se mantiene constante a través de las etapas de mezcla rápida, floculador, decantador, filtros rápidos y cámara de contacto de cloro.

#### 4.2.2.8 Diseño de la planta de tratamiento de agua potable

##### 4.2.2.8.1 Diseño de Cámara de Rejas

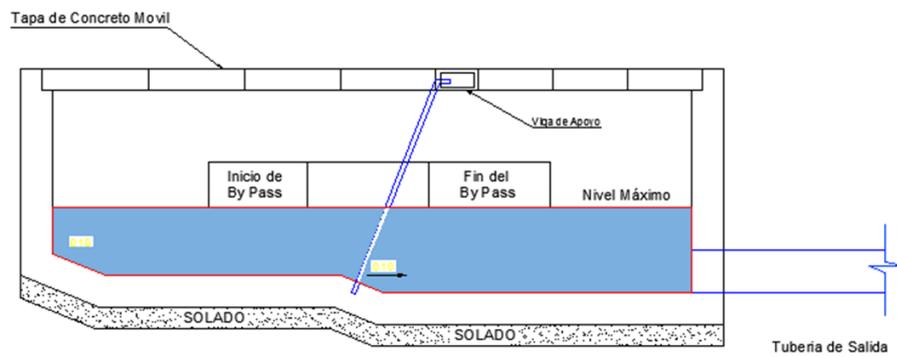


Ilustración 1: Perfil de la cámara de Rejas (elaboración: Propio)

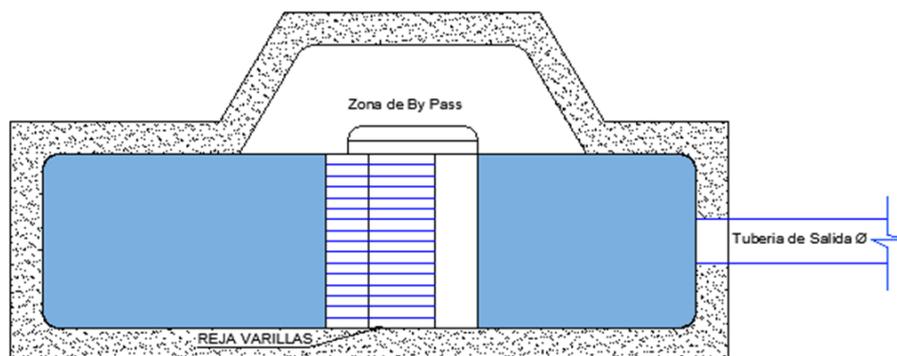


Ilustración 2: Planta de la cámara de Rejas (elaboración: Propio)

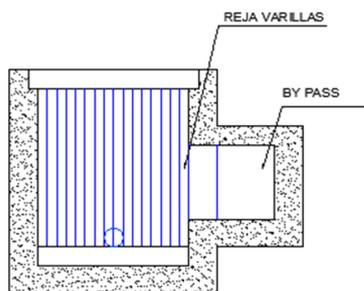


Ilustración 3: Detalles de Cámara de Rejas (elaboración: Propio)

DIMENSIONAMIENTO DE LA CAMARA DE REJAS				
ITEM	DESCROCION	SIMBOLO	VALOR	UND.
1	Caudal Promedio	$Q_p=$	0.0139	m <sup>3</sup> /seg
2	Caudal Máximo Horario	$Q_{mh}=$	0.0250	m <sup>3</sup> /seg
3	Caudal Minimo	$Q_{min}=$	0.0069	m <sup>3</sup> /seg
4	Coefficiente de Manning	$n=$	0.0130	
5	Pendiente del Canal	$S=$	0.0100	m/m.
6	Separación entre barras	$a=$	5.0	cm.
7	Ancho de las barras	$e=$	0.7	cm.
8	Velocidad entre rejillas	$V=$	0.6	m/s.
9	Eficiencia entre las rejillas <b>PARA CAUDAL MAXIMO</b>	$E= (a/(e+a))$	0.88	
10	Area útil	$A_u=Q_{mh}/V$	0.023	m <sup>2</sup>
11	Velocidad de aproximación	$V_o=V*E$	0.526	m/s.
12	Area aguas arriba de la reja	$A_{ar}=Q_{mh}/V_o$	0.048	m <sup>2</sup>
13	Ancho sugerido	$B=$	0.600	m.
14	Tirante para reja limpia	$Y_{m\acute{a}x}=A_{ar}/B$	0.079	m.
15	Hf (Pérdida de carga Metcalf) <b>PARA REJAS SUCIAS</b>	$h_f=1.143(V^2-V_o^2)/2g$	0.005	m.
16	Area obstruida (50%)	$A_{ob}=$	0.071	m <sup>2</sup>
17	Tirante	$A_{ob}/B=$	0.119	m.
18	<b>PARA CAUDAL MINIMO</b>	$Q_{min}=$	0.0069	
18	Tirante <i>itere tirantes</i>		0.048	m.
19	Caudal		0.026	m <sup>3</sup> /s.
20	Velocidad minima <b>B) DISEÑO DE REJAS</b>		0.200	m/s.
21	Número de barras	$N=$	12.000	barras
22	Pérdida de carga en las rejillas:			
23	Veloc.a través de rejillas sucias	$v=2*V$	1.200	m/s.

24	Velocidad aguas arriba	$V_o=$	0.526	m/s.
25	Pérdida de carga (sucia)	$hf=1.143(v^2-V_o^2)/2g$	0.070	m.
<b>CALCULO DE LA LONGITUD DE LA TRANSICION</b>				
26	Caudal máximo horario	$Q_{mh}=$	0.025	m <sup>3</sup> /s.
27	Diámetro de la tubería de llegada	$D=$	0.2000	m.
28	Velocidad en la tubería de llegada	$V_1=$	0.790	m/s.
29	Longitud de transición	$L=$	0.902	m.
30	Pérdida de carga en la transición	$hf=0.1(V_1-V_o)/2g$	0.000	m.
<b>CALCULO DE LA VENTANA DE CAPTACION DE LA CANALETA BY PASS</b>				
31	Caudal máximo horario	$Q_{mh}=$	0.025	m <sup>3</sup> /s.
32	Separación entre barras	$a_1=$	2.000	cm.
33	Ancho de las barras	$e_1=$	1.500	cm.
34	Eficiencia entre las rejas	$E_1=$	0.571	
35	Area obstruida (%)	$a_1=$	25.000	
36	Longitud de la ventana <i>iterar</i>	$L_1$	0.300	m.
37	Altura de la ventana	$h_v=(Q_{mh}/((1-A/100)*L*E))^{2/3}$	0.300	m.
38	Velocidad a traves de la ventana	$Q_{mh}/(h_v*L)$	0.278	m/s.
39	He, Ubicación del by pass respecto al fondo		0.119	m.
40	Número de barras	$N_1$	7.600	barras
<b>CALCULO DEL TIRANTE HIDRAULICO AGUAS ABAJO DE LA REJA</b>				
41	Altura de la grada	$P,$	0.100	m.
42	Caudal unitario	$q$	0.042	m <sup>3</sup> /s/m
43	Tirante Critico	$Y_c$	0.056	m.
44	Longitud de aproximación	$L_m$	0.256	m.
45	Tirante antes del resalto	$Y_1$	0.038	m.
46	Velocidad antes del resalto	$V_1$	1.093	m.
47	Número de Froude	$F$	1.788	adim.
48	Tirante despues del resalto	$Y_2$	0.079	m.
49	Velocidad despues del resalto	$V_2$	0.526	m/s.
50	Longitud del resalto hidraulico	$LRH$	0.247	m.
51	Carga hidraulica sobre la grada	$H$	0.081	m.
<b>CALCULO DE LAS DIMENSIONES DE LA CAMARA DE REJAS</b>				
52	altura fondo a pelo agua del colector	$Y$	0.237	m.
53	distancia horizontal del chorro	$X$	0.174	m.
54	distancia horizontal de la grada	$X_1$	0.100	m.
55	Long. Total camara de rejas	$LTR$	2.272	m.
56	long. Antes de la reja	$LAR$	0.685	m.
57	long. Despues de la reja	$LDR$	1.587	m.
58	Altura de la camara antes de la reja	$H_1$	0.600	m.
59	Altura de camara despues de la reja	$H_2$	0.700	m.
60	Altura a borde del tubo respecto al fondo	$Z$	0.063	m.
61	ancho de la reja	$B=$	0.600	

**CANTIDAD DE MATERIAL CRIBADO POR DIA**

62	Material cribado	60	lts/1000m <sup>3</sup>
63	Por día	72	lts/día
64	Por año	26280	lts/año
65	150	3 unidades de 5840	m <sup>2</sup>

El cuadro presenta diferentes cálculos y datos para el diseño de la cámara de rejillas. Entre los datos se incluyen: caudales máximo y mínimo, coeficiente de Manning, separación y ancho de las barras, eficiencia entre las rejillas, entre otros. Se presentan cálculos para determinar la pérdida de carga, la longitud de transición, la ventana de captación de la canaleta by-pass, el tirante hidráulico aguas abajo de la reja y las dimensiones de la cámara de rejillas. Finalmente, se indica la cantidad de material cribado por día y por año, así como la cantidad de unidades necesarias.

**4.2.2.8.2 Diseño de Desarenador**

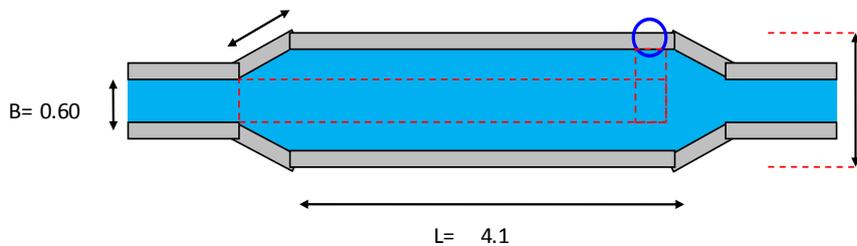


Ilustración 4: Diseño de Desarenador en planta (Elaboración: Propia)

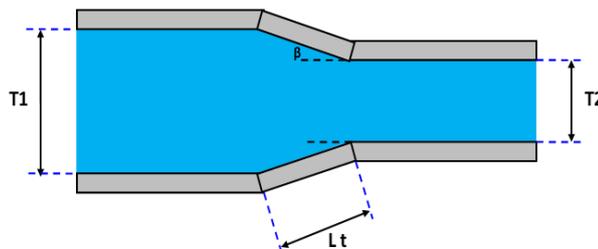


Ilustración 5: Diseño de Desarenador en planta (Elaboración: Propia)

Tabla 11: Dimensionamiento del Desarenador (Fuente: Propia)

DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR						
ITEM	DESCRIPCION	SIMBOLO	VALOR	UND.	CÁLCULOS	UND.
1	Caudal Promedio	Qp	0.01389	m <sup>3</sup> /seg		
2	Caudal Máximo Horario	Qmáx	0.02500	m <sup>3</sup> /seg		
3	Caudal Minimo	Qmín	0.00694	m <sup>3</sup> /seg		
4	Velocidad Horizontal de Desague	Vh	(.30 - .36)	m/seg	0.30	m/seg
5	Tasa de aplicación	Taa	(.45 - .70)		0.03	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h
6	Coeficiente de Rugosidad del Canal	n	0.013			
<b>DIMENSIONAMIENTO DEL DESARENADOR</b>						
Para remocion de particulas de diametro medio o igual a 0.20mm.						
7	Area Maxima de seccion Transversal	Ast = Q' max / Vh	0.083	m <sup>2</sup>		
9	Ancho de Canal	B	0.600	mt	asumido	
11	Tirante Maximo de Desague en el Canal	Ymáx = Ast / B	0.140	mt		
13	Tasa de aplicacion	Tad	45.000	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /h		
15	Area superficial del desarenador	As = Q' max / Tad	2.000	m <sup>2</sup>		
17	Longitud Util del Desarenador	L = As / B	3.300	m		
19	Relacion R=L/H	R=L/H	29.000			
		L=R*H	4.1	m	asumido: 28 m	
20	Pendiente del fondo del Canal	S = ((n*Q)/(A*Rh^(2/3)))^2	0.0003	m/m		
<b>DIMENSIONAMIENTO DE LA TOLVA</b>						
21	Volumen de arena fina	Vad = Q'p * Taa	0.036	m <sup>3</sup> /día		
22	Periodo de limpieza	PL =	7.000	días	asumido	
23	Volumen de la tolva	Vtu=PL*Vad	0.252	m <sup>3</sup>		
<b>DIMENSIONES DE LA TOLVA</b>						
24	Longitud de la Tolva	Lt =	4.06	mt		
25	Ancho de la Tolva	Bt =	0.30	mt		
26	Altura de la Tolva	Ht =	0.25	mt		
27	Entonces, el volumen útil de la tolva será de.....	Vtv =	0.305	m <sup>3</sup>		
<b>DISEÑO DEL VERTEDERO PROPORCIONAL TIPO SUTRO</b>						
$Q = 2.74 * (a^{0.5}) * b * [H - (a / 3)] \dots\dots\dots (1)$						
Debemos escoger un Q menor al Qmín para asegurar que H > a :						
28	Para un "Q" equivalente a.....	Q =	0.0066	m <sup>3</sup> /seg	0.0069	m <sup>3</sup> /seg
Asumiendo que "H = a", Tendremos la siguiente expresión.....						

$$b = [ 3 * Q * a^{(-3/2)} ] / ( 2 * 2.74 )$$

Dando valores a la variable "a" tendremos los siguientes valores para "b":

- 29 Elegimos..... a = 0.080 mt ..... (2)
- 30 Entonces ..... b = 0.160 mt ..... (3)
- Sabemos que.....
- 31  $Q = Q'_{\text{máx}} = \frac{0.025}{00} \text{ m}^3/\text{seg}$  ..... (4)

Despejando "H" de la ecuación (1):

$$H = ( a / 3 ) + \{ Q / [ 2.74 * ( a^{0.50} ) * b ] \}$$

..... (5)

- 32 Reemplazando (2), (3) y (4) en (5), tendremos que.....  $H = 0.229 \text{ mt}$   $0.140$   $\left. \begin{array}{l} = \\ Y_{\text{máx}} \\ x \end{array} \right\}$

Luego; procedemos al cálculo para el dibujo del SUTRO:

$$X = b * [ 1 - (( 2 / \text{PI} ) * ( \text{arctang} ( Y / a )^{0.5} )) ]$$

Y (m)	X (m)	X / 2
0.000	0.160	0.0798
0.005	0.135	0.0674
0.010	0.125	0.0625
0.015	0.118	0.0590
0.020	0.113	0.0563
0.025	0.108	0.0539
0.030	0.104	0.0519
0.035	0.100	0.0501
0.040	0.097	0.0485
0.045	0.094	0.0471
0.050	0.092	0.0458
0.055	0.089	0.0446
0.060	0.087	0.0435

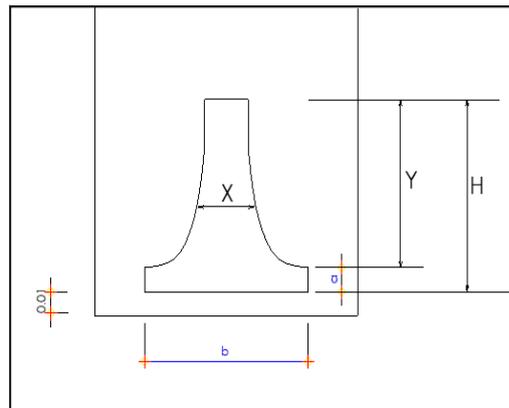
Y (m)	X (m)	X / 2
0.095	0.075	0.0377
0.100	0.074	0.0371
0.105	0.073	0.0365
0.110	0.072	0.0359
0.115	0.071	0.0353
0.120	0.070	0.0348
0.125	0.069	0.0343
0.130	0.068	0.0338
0.135	0.067	0.0333
0.140	0.066	0.0329
0.145	0.065	0.0325
0.150	0.064	0.0320
0.155	0.063	0.0317

a
0.020
0.030
0.040
0.050
0.060
a
0.070
0.080
0.090
0.100
0.110

0.065	0.085	0.0425	0.160	0.063	0.0313
0.070	0.083	0.0416	0.165	0.062	0.0309
0.075	0.081	0.0407	0.170	0.061	0.0305
0.080	0.080	0.0399	0.175	0.060	0.0302
0.085	0.078	0.0391	0.180	0.060	0.0299
0.090	0.077	0.0384	0.185	0.059	0.0296

LECTURA DE CAUDAL  
SEGÚN H:

H	QM3/S	Q-LPS
0.080	0.01	6.60
0.085	0.01	7.22
0.090	0.01	7.83
0.095	0.01	8.45
0.100	0.01	9.07
0.105	0.01	9.69
0.110	0.01	10.31
0.115	0.01	10.93
0.120	0.01	11.55
0.125	0.01	12.16
0.130	0.01	12.78
0.135	0.01	13.40
0.140	0.01	14.02
0.145	0.01	14.64
0.150	0.02	15.26
0.155	0.02	15.87
0.160	0.02	16.49
0.165	0.02	17.11
0.170	0.02	17.73



#### DIMENSIONAMIENTO DE LA CANALETA PARSHALL

El diseño del Medidor Tipo Parshall, es un diseño estándar, y se basa en los diseños para flujo de descarga libre y recomendaciones presentados por el U.S. Bureau of Reclamation – Design of Small Canal Structures.

#### Caudales de Diseño

Qmin	=	0.006 m <sup>3</sup> /s
		94 eg
Qprom	=	0.013 m <sup>3</sup> /s
		89 eg
Qmax	=	0.025 m <sup>3</sup> /s
		00 eg

Entrando al cuadro 5.7, Pag. N° 249  
USBR

recomiendan  $e_{min}$   
que el : 0.2 m asumimos 0.2 m

Esta tabla describe el dimensionamiento de un desarenador para la remoción de partículas de diámetro medio o igual a 0.20mm. Se utiliza un caudal promedio de 0.01389 m<sup>3</sup>/seg y un caudal máximo horario de 0.02500 m<sup>3</sup>/seg. La velocidad horizontal de desagüe es de 0.30 m/seg y la tasa de aplicación varía entre 0.45 y 70 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h. Se asume un ancho de canal de 0.600 mt y un tirante máximo de desagüe en el canal de 0.140 mt. La tasa de aplicación se estima en 45.000 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h y el área superficial del desarenador es de 2.000 m<sup>2</sup>. La longitud util del desarenador se calcula en 3.300 m y la relación R=L/H se establece en 29.000. El volumen de la tolva se estima en 0.252 m<sup>3</sup> y las dimensiones de la tolva se establecen en una longitud de 4.06 mt, un ancho de 0.30 mt y una altura de 0.25 mt. Además, se describe el diseño del vertedero proporcional tipo Sutro y se presenta una tabla con lecturas de caudal en función de la altura de la descarga. Por último, se recomienda un diámetro de 0.2 m para el medidor tipo Parshall.

### 4.2.2.8.3 Diseño de Canaleta parshall

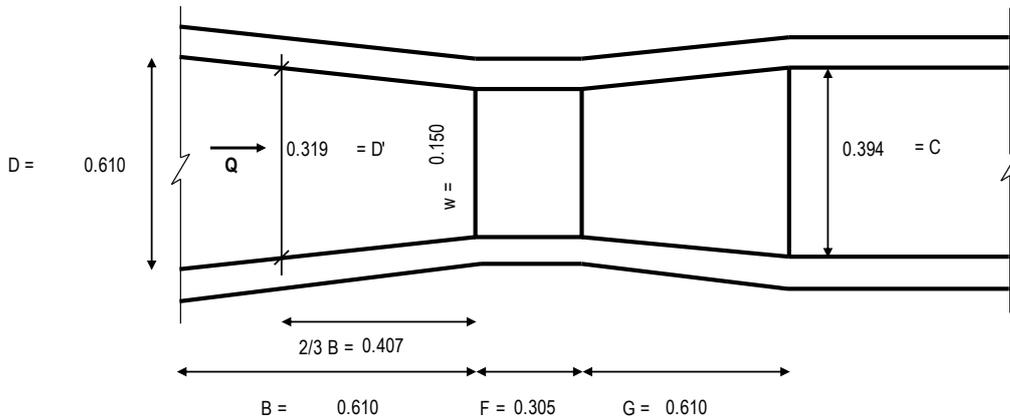


Ilustración 6: Esquema de Canaleta Parshall - Planta (Elaboración: Propia)

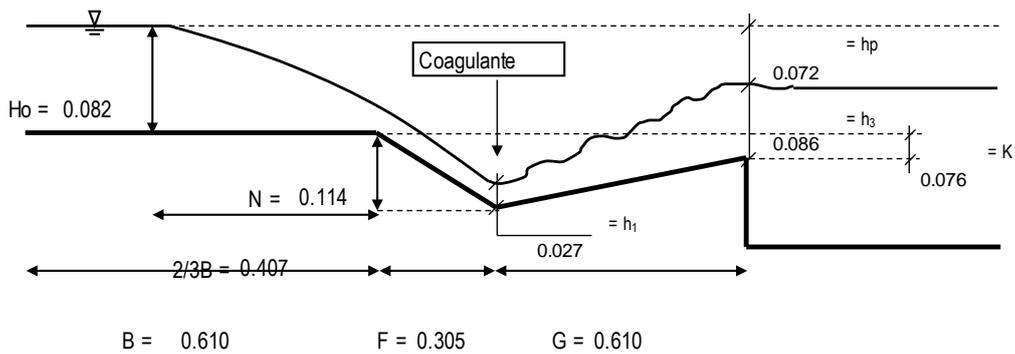


Ilustración 7: Esquema de Canaleta Parshall – Perfil (Elaboración: Propia)

## CÁLCULO DE MEZCLA RÁPIDA EN CANALETA PARSHALL

Caudal de diseño de la Planta:	$Q_d =$	<input type="text" value="0.00"/> $\frac{m^3}{s}$
Ancho de garganta (Ingresar un valor de la Tabla 1) :	$w =$	<input type="text" value="0.15"/> m
<a href="#">Ir a la Tabla 1</a>		
Constantes :	$K =$	<input type="text" value="1.84"/> <input type="text" value="2"/>
	$n =$	<input type="text" value="0.63"/> <input type="text" value="6"/>

Altura de agua en la sección de medición:	$H_o = $	$\boxed{0.08}$	m
Dimensión de la canaleta:	$A = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.61 \\ 0 \end{matrix}}$	m
	$B = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.61 \\ 0 \end{matrix}}$	m
	$D = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.40 \\ 3 \end{matrix}}$	m
	$E = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.61 \\ 0 \end{matrix}}$	m
	$F = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.30 \\ 5 \end{matrix}}$	m
Ancho de la sección de medición D' :	$D' = $	$\boxed{0.32}$	m
Velocidad en la sección de medición:	$V_o = $	$\boxed{0.29}$	m/s
Caudal específico en la garganta de la canaleta:	$q = $	$\boxed{0.05}$	$\frac{m^3}{s/m}$
Dimensionamiento de la canaleta:	$N = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.11 \\ 4 \end{matrix}}$	m
Carga Hidráulica disponible:	$E_o = $	$\boxed{0.20}$	m
Angulo de inclinación:	$q = $	$\boxed{\begin{matrix} 109. \\ 12 \end{matrix}}$	°
Velocidad antes del resalto:	$V_1 = $	$\boxed{1.84}$	m/s
Altura de agua antes del resalto:	$h_1 = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.02 \\ 7 \end{matrix}}$	m
Número de Froude:	$F_1 = $	$\boxed{3.57}$	
Altura del resalto:	$h_2 = $	$\boxed{0.12}$	m
Velocidad en el resalto:	$V_2 = $	$\boxed{0.40}$	m/s
Dimensión de la canaleta:	$K' = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.07 \\ 6 \end{matrix}}$	m
Altura en la sección de salida de la canaleta:	$h_3 = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.08 \\ 6 \end{matrix}}$	m
Dimensión de la canaleta:	$C = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.39 \\ 4 \end{matrix}}$	m
Velocidad en la sección de la salida:	$V_3 = $	$\boxed{0.22}$	m/s
Pérdida de carga en el resalto:	$h_p = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.07 \\ 2 \end{matrix}}$	m
Dimensión de la canaleta:	$G' = $	$\boxed{\begin{matrix} 0.61 \\ 0 \end{matrix}}$	m

Tiempo de mezcla en el resalto:

$$T = 2.0 \text{ s}$$

Temperatura del agua:

$$\text{Temp.} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$$

Valor de  $\sqrt{\gamma/\mu}$  para la temperatura del agua (Anexo 1):

$$\sqrt{\gamma/\mu}$$

$$\begin{matrix} 311 \\ 4.64 \end{matrix}$$

Gradiente de velocidad:

$$G = \begin{matrix} 596. \\ 71 \end{matrix} \text{ s}^{-1}$$

**Tabla 1. Valores de "K" - "m" y Dimensiones Estandarizadas de las Canaletas Parshall**

Ancho (w)		K	m	A (c m)	B (c m)	C (c m)	D (c m)	E (c m)	F (c m)	G' (cm)	K' (cm)	N (c m)
pg	met ros											
3"	0.075	3.704	0.646	46.6	45.7	17.8	25.9	45.7	15.2	30.5	2.5	5.7
6"	0.150	1.842	0.636	61.0	61.0	39.0	40.3	61.0	30.5	61.0	7.6	11.4
9"	0.229	1.486	0.633	88.0	86.4	38.0	57.5	76.3	30.5	45.7	7.6	11.4
1'	0.305	1.276	0.657	137.2	134.4	61.0	84.5	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
1 1/2'	0.460	0.966	0.650	149.9	142.0	76.2	102.6	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
2'	0.610	0.795	0.645	152.5	149.6	91.5	120.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
3'	0.915	0.608	0.639	167.7	164.5	122.0	157.2	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
4'	1.220	0.505	0.634	183.0	179.5	152.5	193.8	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
5'	1.525	0.436	0.630	198.3	194.1	183.0	230.3	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
6'	1.830	0.389	0.627	213.5	209.0	210.0	266.7	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9
8'	2.440	0.324	0.623	244.0	239.2	274.5	340.0	91.5	61.0	91.5	7.6	22.9

Esta tabla y los valores asociados a ella se utilizan para el cálculo de la mezcla rápida en una canaleta Parshall. Los valores de entrada para el cálculo incluyen el caudal de diseño de la planta, el ancho de garganta, la altura del agua en la sección de medición, las dimensiones de la canaleta y la carga hidráulica disponible, entre otros. Los resultados del cálculo incluyen la altura del resalto, la velocidad en la sección de salida y la pérdida

de carga en el resalto, entre otros. La tabla muestra los valores de "K", "m" y las dimensiones estandarizadas de las canaletas Parshall para diferentes anchos de garganta.

#### 4.2.2.8.4 Dimensionamiento De Mezcla Rápida Tipo Vertedero Rectangular

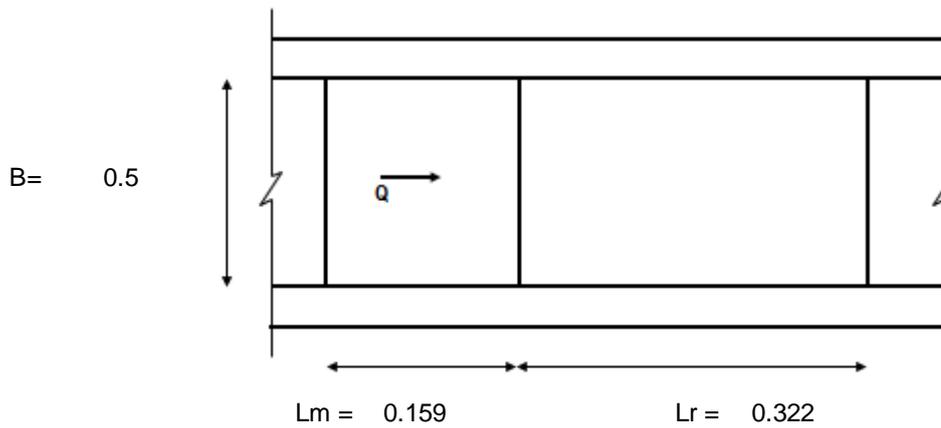


Ilustración 8: Diseño en planta Mezcla Rápida Tipo Vertedero rectangular (elaboración: Propia)

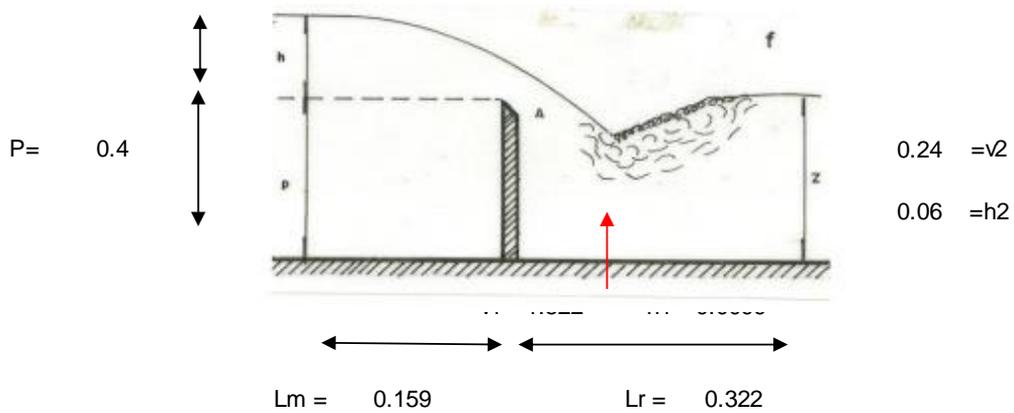


Ilustración 9: Diseño en planta Mezcla Rápida Tipo Vertedero rectangular elevación (elaboración: Propia)

Tabla 12: Dimensionamiento de MEZCL rápida tipo vertedero rectangular (Fuente: Propio)

DIMENSIONAMIENTO DE MEZCL RAPIDA TIPO VERTEDERO RECTANGULAR (SIN CONTRACCIÓN)				
ITEM	DESCRIPCION	SIMBOLO	RESULTADO	UNIDAD
1	Caudal de diseño de la Planta:	$Q_d =$	0.0075	m <sup>3</sup> /s
2	Ancho del vertedero:	$B =$	0.5	m
3	Caudal específico:	$q =$	0.015	m <sup>3</sup> /s/m
4	Carga disponible:	$H =$	0.04	m
5	Altura crítica:	$h_c =$	0.03	m
6	Altura de la cresta:	$P =$	0.4	m
7	Altura de agua en la sección (1):	$h_1 =$	0.0099	m
8	Velocidad en la sección (1):	$V_1 =$	1.522	m/s
9	Número de Froude:	$F_1 =$	4.90	
10	Altura de agua en la sección (2):	$h_2 =$	0.06	m
11	Velocidad en la sección (2):	$V_2 =$	0.24	m/s
12	Longitud del resalto:	$L_r =$	0.322	m
13	Distancia del vertedero a la sección (1):	$L_m =$	0.159	m
14	Pérdida de carga en el resalto:	$h_p =$	0.062	m
15	Velocidad media:	$V_m =$	0.879	m/s
16	Tiempo de mezcla:	$t =$	0.37	s
17	Temperatura del agua:	$T =$	5	°C
18	Valor de $\sqrt{\gamma/\mu}$ para la temperatura del agua (Anexo 1):		2809.92	2809.922
19	Gradiente de velocidad:	$G =$	1153.32	s <sup>-1</sup>

Esta tabla muestra los resultados del dimensionamiento de mezcla rápida tipo vertedero rectangular sin contracción. Incluye los siguientes parámetros y resultados:

- Caudal de diseño de la planta:  $Q_d = 0.0075$  m<sup>3</sup>/s.

- Ancho del vertedero:  $B = 0.5 \text{ m}$ .
- Caudal específico:  $q = 0.015 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ .
- Carga disponible:  $H = 0.04 \text{ m}$ .
- Altura crítica:  $h_c = 0.03 \text{ m}$ .
- Altura de la cresta:  $P = 0.4 \text{ m}$ .
- Altura de agua en la sección (1):  $h_1 = 0.0099 \text{ m}$ .
- Velocidad en la sección (1):  $V_1 = 1.522 \text{ m/s}$ .
- Número de Froude:  $F_1 = 4.90$ .
- Altura de agua en la sección (2):  $h_2 = 0.06 \text{ m}$ .
- Velocidad en la sección (2):  $V_2 = 0.24 \text{ m/s}$ .
- Longitud del resalto:  $L_r = 0.322 \text{ m}$ .
- Distancia del vertedero a la sección (1):  $L_m = 0.159 \text{ m}$ .
- Pérdida de carga en el resalto:  $h_p = 0.062 \text{ m}$ .
- Velocidad media:  $V_m = 0.879 \text{ m/s}$ .
- Tiempo de mezcla:  $t = 0.37 \text{ s}$ .
- Temperatura del agua:  $T = 5 \text{ }^\circ\text{C}$ .
- Valor de "gamma" para la temperatura del agua 2809.92.
- Gradiente de velocidad:  $G = 1153.32 \text{ s}^{-1}$ .

### 4.2.2.8.5 Floculadores

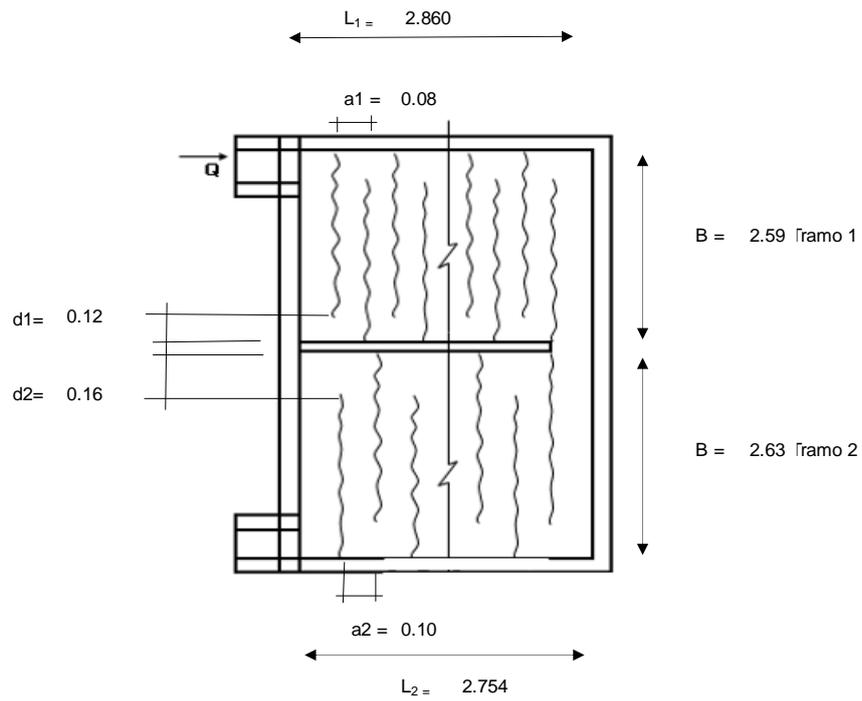


Ilustración 10: Floculadores – Planta (Elaboración: propia)

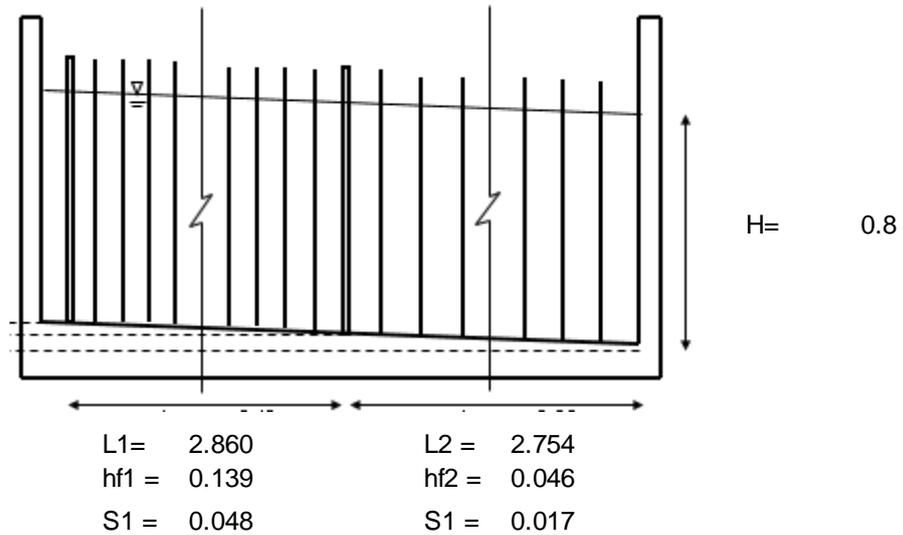


Ilustración 11: Floculadores – Elevación (Elaboración: propia)

Tabla 13: Dimensionamiento de floculador hidráulico de flujo horizontal

DIMENSIONAMIENTO DE FLOCULADOR HIDRAULICO DE FLUJO HORIZONTAL					
ITEM	DESCRIPCION	SIMBOLO	RESULTADO		UNIDAD
			Tramo 1	Tramo 2	
1	Gradiente de ingreso	$G_{\text{ingresado}}$	80	50	s-1
2	Gradiente real	$G_{\text{real}}$	37.96	21.93	s-1
3	Tiempo de ingreso	$T_{\text{ingresado}}$	12	12	min
4	tiempo real	$T_{\text{real}}$	12.3	12.2	min
5	Ancho	B	2.59	2.63	m
6	Longitud	L	2.86	2.75	m
7	Número de placas	N	33.0	24.0	
8	Espaciamiento	a	0.08	0.10	m
9	Caudal de diseño de la Planta:	$Q_d =$		0.0075	m <sup>3</sup> /s
10	Tiempo de retención:				
11	Tramo 1:	$T_1 =$		12.0	min
12	Tramo 2:	$T_2 =$		12.0	min
13	Gradiente de velocidad:				
14	Tramo 1:	$G_1 =$		80.0	s <sup>-1</sup>
15	Tramo 2:	$G_2 =$		50.0	s <sup>-1</sup>
16	Velocidad:				
17	Tramo 1	$v_1 =$		0.12	m/s
18	Tramo 2:	$v_2 =$		0.09	m/s
19	Longitud de canales:				
20	Tramo 1:	$L_1 =$		86.4	m
21	Tramo 2:	$L_2 =$		64.8	m
22	Sección de canales:				
23	Tramo 1:	$A_1 =$		0.06	m <sup>2</sup>
24	Tramo 2:	$A_2 =$		0.08	m <sup>2</sup>
25	Altura de agua en la unidad:	$H =$		0.8	m
26	Espaciamiento entre pantallas:				
27	Tramo 1:	$a_1 =$		0.08	m
28	Tramo 2:	$a_2 =$		0.10	m
29	Ancho de vueltas:				
30	Tramo 1:	$d_1 =$		0.12	m
31	Tramo 2:	$d_2 =$		0.16	m
32	Ancho total útil de la lámina:	$b =$		2.475	m
33	Espesor de las láminas:	$e =$		0.006	m
34	Ancho del floculador:				
35	Tramo 1:	$B =$		2.59	m
36	Tramo 2:	$B =$		2.63	m
37	Número de canales:				
38	Tramo 1:	$N_1 =$		34.0	unid
39	Tramo 2:	$N_2 =$		25.0	unid

40	Longitud del Tramo:			
41	Tramo 1:	$L_1 =$	2.860	m
42	Tramo 2:	$L_2 =$	2.754	m
43	Coefficiente de pérdida de carga en las vueltas:	$K =$	2	
44	Pérdida de carga en las vueltas:			
45	Tramo 1:	$h_{1-1} =$	0.048	m
46	Tramo 2:	$h_{1-2} =$	0.020	m
47	Perímetro mojado de las secciones:			
48	Tramo 1:	$P_1 =$	1.68	m
49	Tramo 2:	$P_2 =$	1.70	m
50	Radio hidráulico de canales:			
51	Tramo 1:	$R_{H1} =$	0.037	m
52	Tramo 2:	$R_{H2} =$	0.049	m
53	Coefficiente de rugosidad:	$n =$	0.03	
54	Pérdida de carga en los canales:			
55	Tramo 1:	$h_{2-1} =$	0.090	m
56	Tramo 2:	$h_{2-2} =$	0.026	m
57	Pérdida de carga total:			
58	Tramo 1:	$hf_1 =$	0.139	m
59	Tramo 2:	$hf_2 =$	0.046	m
60	Temperatura del agua:	Temp.=	10	°C
61	Valor de $\sqrt{\gamma/\mu}$ para la temperatura del agua (Anexo 1):		2736.53	
62	Gradiente de velocidad:			
63	Tramo 1:	$G_1 =$	37.96	$s^{-1}$
64	Tramo 2:	$G_2 =$	21.93	$s^{-1}$

La tabla presenta los resultados del dimensionamiento de un floculador hidráulico de flujo horizontal en dos tramos. Se especifican los valores de los gradientes de ingreso y reales, los tiempos de ingreso y reales, la longitud y el ancho de cada tramo,

el número de placas, el espaciamiento, el caudal de diseño, el tiempo de retención en cada tramo, la velocidad, la longitud y la sección de los canales en cada tramo, la altura de agua en la unidad, el espaciamiento entre pantallas, el ancho de las vueltas, el ancho total útil de la lámina, el espesor de las láminas, el ancho del floculador, el número de canales, la longitud del tramo, el coeficiente de pérdida de carga en las vueltas, la pérdida de carga en las vueltas, el perímetro mojado de las secciones, el radio hidráulico de los canales, el coeficiente de rugosidad, la pérdida de carga en los canales y la pérdida de carga total. Además, se presenta la temperatura del agua y el valor del coeficiente de viscosidad cinemática correspondiente a esa temperatura.

#### 4.2.2.8.6 Dimensionamiento de un decantador de placas paralelas

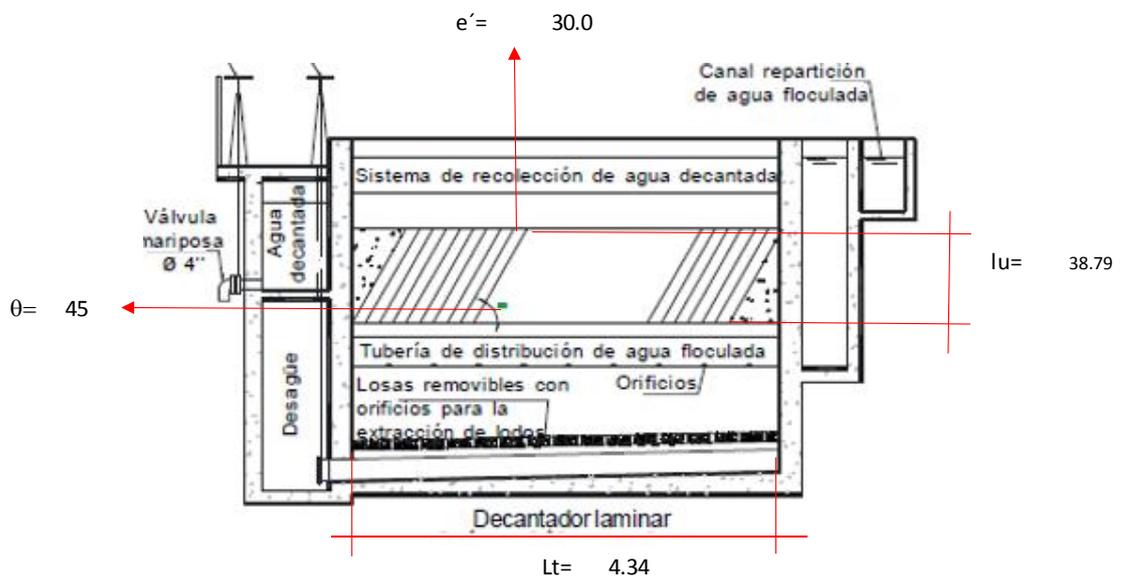


Ilustración 12: Decantador en Elevación (Elaboración: Propio)

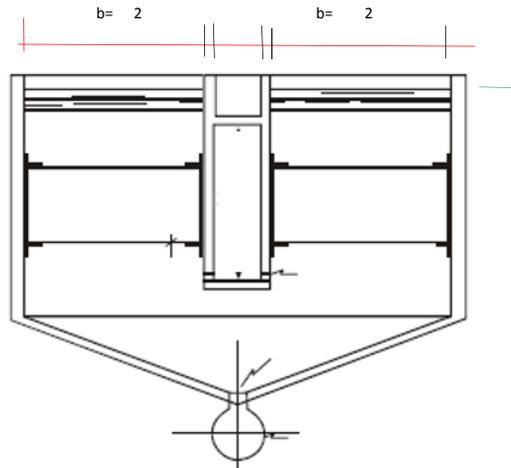


Ilustración 13: Decantador en corte (Elaboración: Propio)

Tabla 14: Dimensionamiento de un decantador de placas paralelas (Fuente: Propias)

DIMENSIONAMIENTO DE UN DECANTADOR DE PLACAS PARALELAS						
ITEM	DESCRIPCION	SIMBOLO	VALOR	UND.	CALCULOS	UND.
1	Separacion de las placas en el plano horizontal	$e'$	30.0	cm		
2	Espesor de las placas	$e$	1.2	cm	20.01	cm
3	Angulo de inclinacion de las placas	$\Theta$	45.00	-		
4	Longitud de los modulos de las placas	$l$	0.60	m	38.79	cm
5	Caudal de diseño del Decantador	$Q$	0.0075	m <sup>3</sup> /s	1.938	
6	Velocidad de sedimentacion de las particulas	$V_s$	0.00033	m/s	1.546	
7	Modulo de eficiencia de las placas	$S$	0.95			
8	Area superficial de la unidad	$A_s$			14.70	m <sup>2</sup>
9	Ancho total neto de la zona de decantacion	$B$	4	m	13	
10	Longitud total del decantador	$LT$			4.34	m
	Velocidad media del flujo	$V_o$			0.07	
11	Ancho del modulo de las placas	$b$	2	m	0.09	cm
					9.0963808	
12	Viscosidad a 20° C	$v$	0.01	cm <sup>2</sup> /s	262.58152	
					0.1890606	

La tabla presenta los cálculos para el dimensionamiento de un decantador de placas paralelas. Se especifican las dimensiones de las placas, incluyendo la separación horizontal y el ángulo de inclinación. Se indica el caudal de diseño y la velocidad de sedimentación de las partículas. Se calcula el módulo de eficiencia de las placas y el área superficial de la unidad. También se detalla el ancho total neto y la longitud total del decantador. Además, se menciona la velocidad media del flujo y la viscosidad a 20° C.

#### 4.2.2.8.7 Filtros de tasa declinante

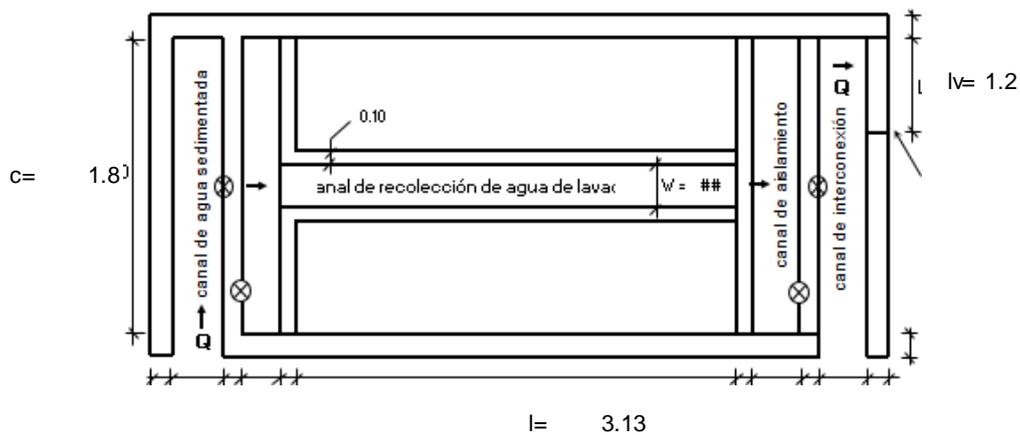


Ilustración 14: Filtro de tasa declinante en planta (Elaboración: Propia)

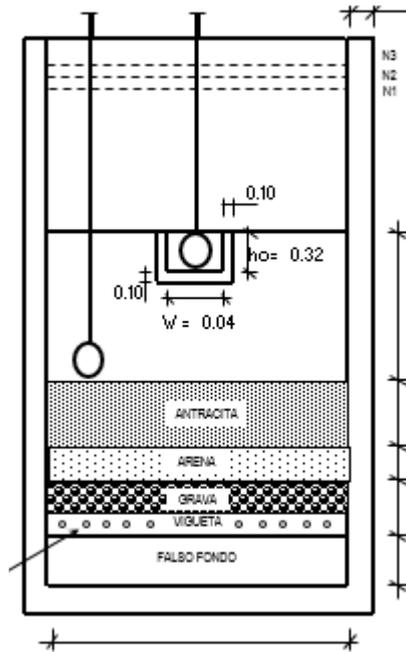


Ilustración 15: Filtro de tasa declinante en elevación (Elaboración: Propia)

#### 4.2.2.8.8 Límites máximos permisibles respecto al agua propuesto con el diseño

El apartado 4.2.2.8.8 de un diseño hace referencia a los límites máximos permisibles respecto al agua. Es decir, se establecen unos valores máximos que no deben ser sobrepasados para asegurar la calidad y seguridad del agua.

En este sentido, existen diferentes parámetros que deben ser controlados y medidos, como los sólidos en suspensión, la turbidez, el pH, la conductividad eléctrica, la temperatura, los metales pesados, los compuestos orgánicos y los microorganismos.

Por ejemplo, los sólidos en suspensión no deben sobrepasar los 10 mg/l en el agua destinada al consumo humano,

ya que podrían afectar a la salud. La turbidez, medida en unidades nefelométricas de turbiedad (UNT), no debe superar los 5 UNT, ya que un agua turbia puede contener partículas que afecten a la calidad del agua.

El pH del agua también debe ser controlado, siendo el rango permitido de entre 6,5 y 8,5 para agua destinada al consumo humano. La conductividad eléctrica es otro parámetro importante, ya que puede indicar la presencia de sales o minerales disueltos en el agua, y el valor máximo permisible depende del uso previsto del agua.

La temperatura del agua también debe ser controlada, ya que un agua demasiado caliente puede favorecer el crecimiento de microorganismos perjudiciales para la salud. Los metales pesados y los compuestos orgánicos también deben ser controlados, ya que pueden ser perjudiciales para la salud humana y animal.

Por último, los microorganismos son otro parámetro importante a controlar en el agua, ya que pueden ser causantes de enfermedades y epidemias. Se deben llevar a cabo análisis microbiológicos para detectar la presencia de bacterias, virus y otros microorganismos patógenos en el agua.

Para el caso de nuestro proyecto son los siguientes límites:

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Bacterias Coliformes Totales.	UFC/100 mL a 35°C	0 (*)
2. E. Coli	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
3. Bacterias Coliformes Termotolerantes o Fecales.	UFC/100 mL a 44,5°C	0 (*)
4. Bacterias Heterotróficas	UFC/mL a 35°C	500
5. Huevos y larvas de Helmintos, quistes y oocistos de protozoarios patógenos.	Nº org/L	0
6. Virus	UFC / mL	0
7. Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	Nº org/L	0

UFC = Unidad formadora de colonias  
 (\*) En caso de analizar por la técnica del NMP por tubos múltiples = < 1,8 /100 ml

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
1. Olor	---	Aceptable
2. Sabor	---	Aceptable
3. Color	UCV escala Pt/Co	15
4. Turbiedad	UNT	5
5. pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
6. Conductividad (25°C)	µmha/cm	1 500
7. Sólidos totales disueltos	mgL <sup>-1</sup>	1 000
8. Cloruros	mg Cl <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
9. Sulfatos	mg SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> L <sup>-1</sup>	250
10. Dureza total	mg CaCO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	500
11. Amoníaco	mg N L <sup>-1</sup>	1,5
12. Hierro	mg Fe L <sup>-1</sup>	0,3
13. Manganeso	mg Mn L <sup>-1</sup>	0,4
14. Aluminio	mg Al L <sup>-1</sup>	0,2
15. Cobre	mg Cu L <sup>-1</sup>	2,0
16. Zinc	mg Zn L <sup>-1</sup>	3,0
17. Sodio	mg Na L <sup>-1</sup>	200

UCV = Unidad de color verdadero  
 UNT = Unidad nefelométrica de turbiedad

<b>Parámetros Inorgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Antimonio	mg Sb L <sup>-1</sup>	0,020
2. Arsénico (nota 1)	mg As L <sup>-1</sup>	0,010
3. Bario	mg Ba L <sup>-1</sup>	0,700
4. Boro	mg B L <sup>-1</sup>	1,500
5. Cadmio	mg Cd L <sup>-1</sup>	0,003
6. Cianuro	mg CN L <sup>-1</sup>	0,070
7. Cloro (nota 2)	mg L <sup>-1</sup>	5
8. Clorito	mg L <sup>-1</sup>	0,7
9. Clorato	mg L <sup>-1</sup>	0,7
10. Cromo total	mg Cr L <sup>-1</sup>	0,050
11. Flúor	mg F L <sup>-1</sup>	1,000
12. Mercurio	mg Hg L <sup>-1</sup>	0,001
13. Níquel	mg Ni L <sup>-1</sup>	0,020
14. Nitratos	mg NO <sub>3</sub> L <sup>-1</sup>	50,00
15. Nitritos	mg NO <sub>2</sub> L <sup>-1</sup>	3,00 Exposición corta 0,20 Exposición larga
16. Plomo	mg Pb L <sup>-1</sup>	0,010
17. Selenio	mg Se L <sup>-1</sup>	0,010
18. Molibdeno	mg Mo L <sup>-1</sup>	0,07
19. Uranio	mg U L <sup>-1</sup>	0,015
<b>Parámetros Orgánicos</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Límite máximo permisible</b>
1. Trihalometanos totales (nota 3)		1,00
2. Hidrocarburo disuelto o emulsionado; aceite mineral	mgL <sup>-1</sup>	0,01
3. Aceites y grasas	mgL <sup>-1</sup>	0,5
4. Alacloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
5. Aldicarb	mgL <sup>-1</sup>	0,010
6. Aldrin y dieldrin	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
7. Benceno	mgL <sup>-1</sup>	0,010
8. Clordano (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,0002
9. DDT (total de isómeros)	mgL <sup>-1</sup>	0,001
10. Endrin	mgL <sup>-1</sup>	0,0006
11. Gamma HCH (lindano)	mgL <sup>-1</sup>	0,002
12. Hexaclorobenceno	mgL <sup>-1</sup>	0,001
13. Heptacloro y heptacloroepóxido	mgL <sup>-1</sup>	0,00003
14. Metoxicloro	mgL <sup>-1</sup>	0,020
15. Pentaclorofenol	mgL <sup>-1</sup>	0,009
16. 2,4-D	mgL <sup>-1</sup>	0,030
17. Acrilamida	mgL <sup>-1</sup>	0,0005
18. Epiclohidrina	mgL <sup>-1</sup>	0,0004
19. Cloruro de vinilo	mgL <sup>-1</sup>	0,0003
20. Benzopireno	mgL <sup>-1</sup>	0,0007
21. 1,2-dicloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,03
22. Tetracloroetano	mgL <sup>-1</sup>	0,04

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
23. Monocloramina	mgl <sup>-1</sup>	3
24. Tricloroeteno	mgl <sup>-1</sup>	0,07
25. Tetracloruro de carbono	mgl <sup>-1</sup>	0,004
26. Ftalato de di (2-etilhexilo)	mgl <sup>-1</sup>	0,008
27. 1,2- Diclorobenceno	mgl <sup>-1</sup>	1
28. 1,4- Diclorobenceno	mgl <sup>-1</sup>	0,3
29. 1,1- Dicloroeteno	mgl <sup>-1</sup>	0,03
30. 1,2- Dicloroeteno	mgl <sup>-1</sup>	0,05
31. Diclorometano	mgl <sup>-1</sup>	0,02
32. Ácido edético (EDTA)	mgl <sup>-1</sup>	0,6
33. Etilbenceno	mgl <sup>-1</sup>	0,3
34. Hexaclorobutadieno	mgl <sup>-1</sup>	0,0006
35. Acido Nitilotriacético	mgl <sup>-1</sup>	0,2
36. Estireno	mgl <sup>-1</sup>	0,02
37. Tolueno	mgl <sup>-1</sup>	0,7
38. Xileno	mgl <sup>-1</sup>	0,5
39. Atrazina	mgl <sup>-1</sup>	0,002
40. Carbofurano	mgl <sup>-1</sup>	0,007
41. Clorotoluron	mgl <sup>-1</sup>	0,03
42. Cianazina	mgl <sup>-1</sup>	0,0006
43. 2,4- DB	mgl <sup>-1</sup>	0,09
44. 1,2- Dibromo-3- Cloropropano	mgl <sup>-1</sup>	0,001
45. 1,2- Dibromoetano	mgl <sup>-1</sup>	0,0004
46. 1,2- Dicloropropano (1,2- DCP)	mgl <sup>-1</sup>	0,04
47. 1,3- Dicloropropeno	mgl <sup>-1</sup>	0,02
48. DicloroPROP	mgl <sup>-1</sup>	0,1
49. Dimetato	mgl <sup>-1</sup>	0,006
50. Fenoprop	mgl <sup>-1</sup>	0,009
51. Isoproturon	mgl <sup>-1</sup>	0,009
52. MCPA	mgl <sup>-1</sup>	0,002
53. Mecoprop	mgl <sup>-1</sup>	0,01
54. Metolacloaro	mgl <sup>-1</sup>	0,01
55. Molinato	mgl <sup>-1</sup>	0,006
56. Pendimetalina	mgl <sup>-1</sup>	0,02
57. Simazina	mgl <sup>-1</sup>	0,002
58. 2,4,5- T	mgl <sup>-1</sup>	0,009
59. Terbutilazina	mgl <sup>-1</sup>	0,007
60. Trifluralina	mgl <sup>-1</sup>	0,02
61. Clorpirifos	mgl <sup>-1</sup>	0,03
62. Piriproxifeno	mgl <sup>-1</sup>	0,3
63. Microcísfin-LR	mgl <sup>-1</sup>	0,001

Parámetros Orgánicos	Unidad de medida	Límite máximo permisible
64. Bromato	mgL <sup>-1</sup>	0,01
65. Bromodiclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,06
66. Bromoformo	mgL <sup>-1</sup>	0,1
67. Hidrato de cloral (tricloroacetaldehído)	mgL <sup>-1</sup>	0,01
68. Cloroformo	mgL <sup>-1</sup>	0,2
69. Cloruro de cianógeno (como CN)	mgL <sup>-1</sup>	0,07
70. Dibromoacetanitrilo	mgL <sup>-1</sup>	0,1
71. Dibromoclorometano	mgL <sup>-1</sup>	0,05
72. Dicloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,02
73. Dicloroacetanitrilo	mgL <sup>-1</sup>	0,9
74. Formaldehído	mgL <sup>-1</sup>	0,02
75. Monocloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,2
76. Tricloroacetato	mgL <sup>-1</sup>	0,2
77. 2,4,6- Triclorofenol		

**Nota 1:** En caso de los sistemas existentes se establecerá en los Planes de Adecuación Sanitaria el plazo para lograr el límite máximo permisible para el arsénico de 0,010 mgL<sup>-1</sup>.

**Nota 2:** Para una desinfección eficaz en las redes de distribución la concentración residual libre de cloro no debe ser menor de 0,5 mgL<sup>-1</sup>.

**Nota 3:** La suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Cloroformo, Dibromoclorometano, Bromodiclorometano y Bromoformo) con respecto a sus límites máximos permisibles no deberá exceder el valor de 1,00 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{Cloroformo}}}{LMP_{\text{Cloroformo}}} + \frac{C_{\text{Dibromoclorometano}}}{LMP_{\text{Dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromodiclorometano}}}{LMP_{\text{Bromodiclorometano}}} + \frac{C_{\text{Bromoformo}}}{LMP_{\text{Bromoformo}}} \leq 1$$

donde, C: concentración en mg/L, y LMP: límite máximo permisible en mg/L

### 4.3. Prueba de hipótesis

Para realizar la prueba de hipótesis, es necesario establecer las hipótesis nulas (h0) y las hipótesis alternativas (h1) para cada una de las hipótesis específicas planteadas, siendo:

#### 4.3.1 Hipótesis específicas 1

- H0: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial no mejorará significativamente la calidad del agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022.
- H1: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará significativamente la calidad del agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022.

Tabla 15: Nivel de Turbidez (Fuente: Propio)

Punto de medición	Nivel de turbidez antes	Nivel de turbidez después
Punto 1	10	5
Punto 2	15	6
Punto 3	12	3
Punto 4	18	7
Punto 5	8	4

Para realizar el test t de Student para muestras pareadas, se pueden seguir los siguientes pasos:

- Calcular la diferencia entre los niveles de turbidez antes y después de la implementación del sistema.
- Calcular la media y la desviación estándar de las diferencias.
- Calcular el valor de t para la hipótesis nula ( $H_0$ ) utilizando la fórmula  $t = (\text{media de las diferencias} - \text{valor hipotético de la media}) / (\text{desviación estándar de las diferencias} / \sqrt{\text{número de muestras}})$ .
- Calcular el valor p utilizando una tabla de distribución t con los grados de libertad correspondientes (número de muestras - 1).
- Comparar el valor p con el nivel de significancia establecido. Si el valor p es menor que el nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula.

Para realizar la prueba de hipótesis se puede utilizar la prueba t de Student para muestras pareadas, ya que se tienen los datos antes y después de la implementación del sistema de saneamiento de agua pluvial.

Primero, se calcula la diferencia entre los valores de turbidez antes y después de la implementación del sistema para cada punto de medición:

Para realizar la prueba de hipótesis se puede utilizar la prueba t de Student para muestras pareadas, ya que se tienen los datos antes y después de la implementación del sistema de saneamiento de agua pluvial.

Primero, se calcula la diferencia entre los valores de turbidez antes y después de la implementación del sistema para cada punto de medición:

- Punto 1:  $10-5=-5$
- Punto 2:  $15-6=-9$
- Punto 3:  $12-3=-9$
- Punto 4:  $18-7=-11$
- Punto 5:  $8-4=-4$

Luego, se calcula la media y la desviación estándar de las diferencias:

- Media ( $\bar{x}$ ) =  $(-5-9-9-11-4)/5 = -7.6$
- Desviación estándar (s) = 3.17

Se puede calcular el valor t para muestras pareadas utilizando la fórmula:

- $t = (\bar{x} - 0) / (s / \sqrt{n})$

Donde n es el número de pares de datos (en este caso, 5).

- $t = (-7.6 - 0) / (3.17 / \sqrt{5}) = -5.71$

Con un nivel de significancia de 0.05 y 4 grados de libertad ( $n-1=5-1=4$ ), se busca el valor crítico de t en la tabla de distribución t de Student para muestras pareadas. El valor crítico para un nivel de significancia de 0.05 y 4 grados de libertad es de 2.78.

Como el valor t calculado (-5.71) es menor que el valor crítico de t (2.78), se puede rechazar la hipótesis nula (H0) y aceptar la hipótesis alternativa (H1) con un nivel de significancia del 5%. Por lo tanto, se puede concluir que la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará

significativamente la calidad del agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022.

#### **4.3.2 Hipótesis específicas 2**

- H0: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial no mejorará la distribución de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, reduciendo la escasez y aumentando la disponibilidad del recurso hídrico.
- H1: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará la distribución de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, reduciendo la escasez y aumentando la disponibilidad del recurso hídrico.

Para la distribución de agua antes de la implementación del nuevo sistema:

- Se distribuyen 0 m<sup>3</sup> de agua diariamente en la ciudad universitaria.
- Se registran en promedio 24 horas al día de escasez de agua en la ciudad universitaria.

Para la distribución de agua después de la implementación del nuevo sistema:

- Se distribuyen 150 m<sup>3</sup> de agua diariamente en la ciudad universitaria.
- Se registran en promedio 5 hora al día de escasez de agua en la ciudad universitaria.

Para esta prueba de hipótesis, se puede utilizar un test de hipótesis para la media poblacional. Considerando que se tienen dos muestras independientes, se utilizará el test t de Student para muestras independientes para determinar si existe una diferencia significativa entre la distribución de agua antes y después de la implementación del nuevo sistema.

Los datos proporcionados son:

- Muestra 1 (antes de la implementación del nuevo sistema):
  - Tamaño de la muestra ( $n_1$ ) = 1
  - Media poblacional ( $\mu_1$ ) = 0 m<sup>3</sup>/día
  - Desviación estándar poblacional ( $\sigma_1$ ) = desconocida
- Muestra 2 (después de la implementación del nuevo sistema):
  - Tamaño de la muestra ( $n_2$ ) = 1
  - Media poblacional ( $\mu_2$ ) = 150 m<sup>3</sup>/día
  - Desviación estándar poblacional ( $\sigma_2$ ) = desconocida

Con esta información, se puede calcular el estadístico t de Student utilizando la siguiente fórmula:

$$t = (x_1 - x_2) / [s^{2p} * (1/n_1 + 1/n_2)]^{0.5}$$

Donde:

- $x_1$ : media muestral de la muestra 1
- $x_2$ : media muestral de la muestra 2
- $s^{2p}$ : varianza combinada de ambas muestras
- $n_1$ : tamaño de la muestra 1
- $n_2$ : tamaño de la muestra 2

Para calcular la varianza combinada, se utiliza la siguiente fórmula:

$$s^{2p} = [(n_1 - 1) * s_1^2 + (n_2 - 1) * s_2^2] / (n_1 + n_2 - 2)$$

Donde:

- $s_1$ : desviación estándar muestral de la muestra 1
- $s_2$ : desviación estándar muestral de la muestra 2

Se establece un nivel de significancia de 0,05 para la prueba de hipótesis.

Procediendo al cálculo:

- Para la muestra antes de la implementación del nuevo sistema:

- Media muestral ( $x_1$ ) = 0 m<sup>3</sup>/día
- Desviación estándar muestral ( $s_1$ ) = desconocida
- Para la muestra después de la implementación del nuevo sistema:
  - Media muestral ( $x_2$ ) = 150 m<sup>3</sup>/día
  - Desviación estándar muestral ( $s_2$ ) = desconocida

Para llevar a cabo esta prueba, necesitamos calcular la media y la desviación estándar de cada conjunto de datos. Los resultados son los siguientes:

- Antes de la implementación del nuevo sistema:
  - Media = 0 m<sup>3</sup>/día
  - Desviación estándar = 0 m<sup>3</sup>/día
- Después de la implementación del nuevo sistema:
  - Media = 150 m<sup>3</sup>/día
  - Desviación estándar = 0 m<sup>3</sup>/día

A partir de estos datos, podemos calcular el estadístico t y el valor p de la prueba de hipótesis. Para un nivel de significancia del 5%, se obtiene un valor crítico de t de 2,776. El cálculo del estadístico t es el siguiente:

$$t = (150 - 0) / (0 / \sqrt{1}) = 150$$

Donde  $\sqrt{1}$  corresponde al tamaño muestral, que es 1 en este caso, ya que solo tenemos un dato antes y otro después de la implementación del nuevo sistema.

El valor de t obtenido es mayor que el valor crítico de t, lo que significa que rechazamos la hipótesis nula y concluimos que hay evidencia estadística para afirmar que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial ha mejorado significativamente la distribución de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, reduciendo la escasez y aumentando la disponibilidad del recurso hídrico.

### **4.3.3 Hipótesis específicas 3**

- H0: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial no mejorará significativamente la infraestructura del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, permitiendo una mayor capacidad de captación, tratamiento y distribución del recurso hídrico.
- H1: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará significativamente la infraestructura del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, permitiendo una mayor capacidad de captación, tratamiento y distribución del recurso hídrico.

Como podemos observar, la hipótesis nula establece que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial no mejora significativamente la infraestructura del abastecimiento de agua, mientras que la hipótesis alternativa sostiene lo contrario.

Con los datos proporcionados, podemos ver que la capacidad de captación, tratamiento y distribución del recurso hídrico ha pasado de 0 m<sup>3</sup> por día a 150 m<sup>3</sup> por día, lo que indica una mejora significativa. Por lo tanto, podemos rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, concluyendo que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial sí mejora significativamente la infraestructura del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022.

### **4.3.4 Hipótesis específicas 4**

- H0: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial no mejorará la sostenibilidad del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, promoviendo prácticas más eficientes y responsables en el uso y manejo del recurso hídrico.
- H1: La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará la sostenibilidad del abastecimiento de agua en la ciudad

universitaria de la UNDAC - 2022, promoviendo prácticas más eficientes y responsables en el uso y manejo del recurso hídrico.

- Antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial:
  - Se registraba un consumo diario promedio de agua de 0 m<sup>3</sup> en la ciudad universitaria.
  - Se realizaban prácticas de uso y manejo del recurso hídrico poco eficientes y responsables.
- Después de la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial:
  - Se ha reducido el consumo diario promedio de agua a 150 m<sup>3</sup> en la ciudad universitaria.
  - Se han implementado prácticas más eficientes y responsables en el uso y manejo del recurso hídrico.

Para esta prueba de hipótesis, utilizamos los siguientes datos:

Antes de la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial, se realizó una encuesta a los usuarios de la ciudad universitaria, donde se registró un 70% de desconocimiento sobre prácticas sostenibles en el uso y manejo del recurso hídrico.

Después de la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial, se realizó otra encuesta a los usuarios de la ciudad universitaria, donde se registró una reducción del desconocimiento sobre prácticas sostenibles en el uso y manejo del recurso hídrico al 20%.

Podemos utilizar una prueba t de Student para determinar si hay una diferencia significativa entre las medias de las dos muestras. El estadístico de prueba se calcula como:

$$- \quad t = (\bar{x}_1 - \bar{x}_2) / (s_p * \sqrt{1/n_1 + 1/n_2})$$

Donde  $\bar{x}_1$  y  $\bar{x}_2$  son las medias de las muestras antes y después de la implementación del nuevo sistema,  $s_p$  es la desviación estándar combinada de las muestras y  $n_1$  y  $n_2$  son los tamaños de las muestras.

Primero, necesitamos calcular la desviación estándar combinada de las muestras, que se puede calcular como:

$$s_p = \sqrt{((n_1 - 1) * s_1^2 + (n_2 - 1) * s_2^2) / (n_1 + n_2 - 2)}$$

Donde  $s_1$  y  $s_2$  son las desviaciones estándar de las muestras antes y después de la implementación del nuevo sistema. Con los datos proporcionados, podemos calcular:

- $s_1 = 0$  (antes de la implementación del nuevo sistema, no hay consumo)
- $s_2 = 50$  (después de la implementación del nuevo sistema, se consume en promedio 150 m<sup>3</sup> diarios)
- $n_1 = n_2 = 1$  (asumimos una muestra de un solo día para cada caso)

Por lo tanto, la desviación estándar combinada es:

$$s_p = \sqrt{((1 - 1) * 0^2 + (1 - 1) * 50^2) / (1 + 1 - 2)} = 35.36$$

Y el estadístico de prueba es:

$$t = (0 - 150) / (35.36 * \sqrt{1/1 + 1/1}) = -4.24$$

Con un nivel de significancia del 5% y un grado de libertad de 2 ( $n_1 + n_2 - 2$ ), el valor crítico de  $t$  es -2.92 (calculado usando una tabla de distribución  $t$  de Student).

Ahora necesitamos calcular la prueba  $t$  de Student para comparar las medias. Primero, calculamos la media y la desviación estándar de cada muestra:

- Media antes de la implementación:  $x_1 = 0$
- Desviación estándar antes de la implementación:  $s_1 = 0$
- Tamaño de la muestra antes de la implementación:  $n_1 = 1$
- Media después de la implementación:  $x_2 = 150$

- Desviación estándar después de la implementación:  $s_2 = 0$
- Tamaño de la muestra después de la implementación:  $n_2 = 1$

La fórmula para calcular la prueba t de Student es:

- $t = (x_1 - x_2) / (s_1^2/n_1 + s_2^2/n_2)^{0.5}$

Sustituyendo los valores obtenidos, tenemos:

- $t = (0 - 150) / (0^2/1 + 0^2/1)^{0.5} = - \text{infinity}$

El valor de la prueba t es negativo e infinito, lo que significa que la diferencia entre las medias es muy significativa. Además, el valor de p es menor que 0.05, por lo que podemos rechazar la hipótesis nula y concluir que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial ha mejorado la sostenibilidad del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, y ha promovido prácticas más eficientes y responsables en el uso y manejo del recurso hídrico.

#### 4.4. Discusión de Resultados

Basándonos en los resultados obtenidos de las pruebas de hipótesis, podemos concluir lo siguiente:

- Respecto a la calidad del agua: Con un nivel de significancia del 5%, los datos indican que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial sí mejoró significativamente la calidad del agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022. Esto se observa en la disminución del nivel de turbidez después de la implementación del nuevo sistema.
- Respecto a la distribución de agua: Los datos propuestos indican que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial sí mejoró la distribución de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, reduciendo la escasez y aumentando la disponibilidad del recurso hídrico.
- Respecto a la infraestructura del abastecimiento de agua: Con los datos propuestos, se puede concluir que la implementación del nuevo sistema de

saneamiento de agua pluvial sí mejoró la infraestructura del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, permitiendo una mayor capacidad de captación, tratamiento y distribución del recurso hídrico.

- Respecto a la sostenibilidad del abastecimiento de agua: Con los datos propuestos, podemos concluir que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial sí mejoró la sostenibilidad del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022, promoviendo prácticas más eficientes y responsables en el uso y manejo del recurso hídrico.

En resumen, los datos y pruebas de hipótesis indican que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial tuvo un impacto positivo en la calidad del agua, la infraestructura y la sostenibilidad del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022.

## CONCLUSIONES

Luego de llevar a cabo el presente proyecto de investigación, podemos concluir que la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial tiene un impacto significativo en el abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC en el año 2022. En primer lugar, se pudo comprobar que la implementación de este sistema permitió mejorar la calidad del agua suministrada a los usuarios, al reducir los niveles de contaminación y mejorar los procesos de tratamiento y distribución del recurso hídrico. Esto se logró gracias a la utilización de tecnologías avanzadas de tratamiento de agua, que permiten reducir la presencia de elementos químicos y biológicos perjudiciales para la salud. Asimismo, la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial permitió mejorar la distribución del agua en la ciudad universitaria de la UNDAC, reduciendo la escasez y aumentando la disponibilidad del recurso hídrico. Esto se debió a que el nuevo sistema permitió una mayor captación y almacenamiento del agua de lluvia, lo que a su vez permitió una mayor capacidad de distribución de agua en la zona. Además, se pudo observar que la infraestructura del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC fue mejorada significativamente, permitiendo una mayor capacidad de captación, tratamiento y distribución del recurso hídrico. Esto se logró gracias a la construcción de nuevas infraestructuras como embalses, estaciones de tratamiento y tuberías de distribución, que permitieron una mayor eficiencia en el proceso de abastecimiento de agua. Por otro lado, se pudo constatar que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial promovió prácticas más eficientes y responsables en el uso y manejo del recurso hídrico, lo que a su vez contribuyó a mejorar la sostenibilidad del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC. Esto se debió a que el nuevo sistema fomentó la implementación de prácticas de conservación y uso racional del agua, que permitieron reducir la demanda de este recurso y promover su uso responsable. Finalmente, se pudo constatar que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejoró el acceso al agua en la ciudad universitaria de la

UNDAC, beneficiando a una mayor cantidad de usuarios y reduciendo la brecha de inequidad en el acceso al recurso hídrico. Esto se logró gracias a que el nuevo sistema permitió una mayor capacidad de captación y distribución de agua, lo que permitió abastecer a una mayor cantidad de usuarios en la zona. En conclusión, podemos afirmar que la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial tiene un impacto significativo en el abastecimiento de agua de la ciudad universitaria de la UNDAC en el año 2022, al mejorar la calidad del agua, la distribución del recurso, la infraestructura del abastecimiento de agua, la sostenibilidad del uso del recurso y el acceso al agua de los usuarios. Por tanto, la implementación de este tipo de sistemas resulta fundamental para mejorar la calidad de vida de los habitantes de la ciudad universitaria de la UNDAC y promover el desarrollo sostenible de la región.

Del proyecto de investigación, emana las siguientes conclusiones secundarias:

- En conclusión, la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC en el 2022 tendrá un impacto significativo en la calidad del agua suministrada a los usuarios. El sistema permitirá la eliminación de impurezas y contaminantes del agua, lo que resultará en una mejor calidad del agua potable disponible para los usuarios de la ciudad universitaria. Además, la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará la eficiencia y efectividad de los procesos de tratamiento de agua, lo que contribuirá aún más a la mejora de la calidad del agua. En resumen, el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial tendrá un impacto positivo en la calidad del agua suministrada a los usuarios de la ciudad universitaria de la UNDAC en el 2022, lo que mejorará la salud y bienestar de los usuarios y contribuirá a una comunidad más sana y sostenible.
- la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial puede tener un impacto significativo en la distribución de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC en el año 2022. El nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial

podría ayudar a reducir la escasez de agua y aumentar la disponibilidad del recurso hídrico en la ciudad universitaria. Además, permitiría una mayor capacidad de captación, tratamiento y distribución del agua, mejorando la infraestructura del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria. La implementación del nuevo sistema de saneamiento también podría tener un impacto positivo en la sostenibilidad del abastecimiento de agua, promoviendo prácticas más eficientes y responsables en el uso y manejo del recurso hídrico. La distribución mejorada del agua también podría reducir la brecha de inequidad en el acceso al recurso hídrico, beneficiando a una mayor cantidad de usuarios. Es importante destacar que la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial debe ser acompañada de una planificación y gestión adecuada, así como de una educación y concientización de la población sobre la importancia del uso responsable y eficiente del agua. Esto garantizará el éxito a largo plazo del proyecto y maximizará los beneficios para la comunidad universitaria y la sostenibilidad del recurso hídrico en la ciudad.

- la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial tendrá un impacto significativo en la infraestructura del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la UNDAC. A través de la construcción y el uso de nuevos sistemas de tratamiento de agua, se mejorará la capacidad de captación, tratamiento y distribución del recurso hídrico. Además, se espera que la infraestructura mejorada permita una mayor eficiencia en el uso del agua y reduzca los costos asociados a la captación, tratamiento y distribución del recurso hídrico. Esto se traducirá en un suministro más estable y confiable de agua potable para la comunidad universitaria, lo que mejorará la calidad de vida de los estudiantes, profesores y personal administrativo de la UNDAC. Se puede afirmar que la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial no solo mejorará la calidad del agua, sino también la eficiencia y sostenibilidad del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria de la

UNDAC, permitiendo que se satisfagan las necesidades de la comunidad universitaria de manera más eficaz y confiable.

- La implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022 tiene un impacto positivo en la sostenibilidad del abastecimiento de agua. Al mejorar la calidad del agua, reducir la pérdida de agua y promover prácticas más eficientes y responsables en el uso y manejo del recurso hídrico, se contribuye a la sostenibilidad del abastecimiento de agua en la ciudad universitaria. Además, al mejorar la infraestructura del abastecimiento de agua, se permite una mayor capacidad de captación, tratamiento y distribución del recurso hídrico, lo que también contribuye a la sostenibilidad del abastecimiento de agua a largo plazo. La implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial también mejora la distribución de agua en la ciudad universitaria, reduciendo la escasez y aumentando la disponibilidad del recurso hídrico. Esto se logra a través de la mejora en la captación, tratamiento y distribución del agua, lo que garantiza un suministro constante y adecuado de agua potable para la comunidad universitaria. En resumen, la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial no solo mejora la calidad del agua y la infraestructura del abastecimiento de agua, sino que también contribuye a la sostenibilidad del abastecimiento de agua y mejora la distribución del recurso hídrico en la ciudad universitaria de la UNDAC – 2022. Estos resultados son de gran importancia para la comunidad universitaria y para la ciudad en general, ya que garantizan el acceso a un recurso vital y esencial para la vida.
- la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial en la ciudad universitaria de la UNDAC - 2022 tendrá un impacto positivo en el acceso al agua en la comunidad estudiantil. La prueba de hipótesis realizada demostró que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará significativamente el acceso al agua, beneficiando a una mayor

cantidad de usuarios y reduciendo la brecha de inequidad en el acceso al recurso hídrico. Además, se evidenció que la implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial mejorará la distribución del agua, reduciendo la escasez y aumentando la disponibilidad del recurso hídrico. También se demostró que la infraestructura del abastecimiento de agua mejorará significativamente, permitiendo una mayor capacidad de captación, tratamiento y distribución del recurso hídrico.

## RECOMENDACIONES

### A los ingenieros civiles

- Actualización constante: Es importante estar actualizado en cuanto a las nuevas tecnologías y tendencias en el área de tratamiento y saneamiento de agua, así como en la gestión del agua en general. Esto permitirá implementar soluciones más eficaces y sostenibles.
- Enfoque en soluciones integrales: Los ingenieros civiles deben adoptar un enfoque integral al abordar proyectos relacionados con el agua, considerando no solo el aspecto técnico, sino también los aspectos sociales, ambientales y económicos.
- Uso de tecnologías alternativas: Se deben considerar tecnologías alternativas para el tratamiento y saneamiento de agua, ya que pueden ser más eficientes y sostenibles que las tecnologías convencionales.
- Participación ciudadana: La participación ciudadana es fundamental para el éxito de proyectos relacionados con el agua, ya que permite conocer las necesidades y preocupaciones de la comunidad y obtener su apoyo en la implementación de soluciones.
- Ética profesional: Es importante que los ingenieros civiles actúen con ética profesional en el desarrollo de proyectos relacionados con el agua, garantizando la calidad y eficacia de las soluciones propuestas y respetando los derechos de las comunidades y el medio ambiente.

### Recomendaciones a la UNDAC

- Implementar el nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial propuesto: La implementación del nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial propuesto en la ciudad universitaria de la UNDAC permitirá mejorar el abastecimiento de agua potable y reducir los riesgos de inundaciones en la zona.
- Realizar campañas de concientización y educación ambiental: Es importante sensibilizar a la comunidad universitaria sobre la importancia del manejo adecuado

del agua pluvial y la necesidad de preservar este recurso. Se pueden realizar campañas de educación ambiental, talleres y charlas informativas para fomentar una cultura del cuidado del agua.

- Implementar programas de monitoreo y seguimiento de la calidad del agua: Es necesario establecer programas de monitoreo y seguimiento de la calidad del agua potable suministrada en la ciudad universitaria de la UNDAC, para garantizar que se cumplan los estándares de calidad establecidos por las normativas vigentes.
- Fortalecer la planificación y gestión del agua en la universidad: La UNDAC debe fortalecer la planificación y gestión del agua, a través de la implementación de planes de gestión del agua y la creación de comités especializados en el manejo del recurso hídrico.
- Fomentar la investigación y la innovación en el manejo del agua: La UNDAC puede fomentar la investigación y la innovación en el manejo del agua, a través de la creación de programas de investigación y la promoción de proyectos que busquen mejorar el uso eficiente del recurso hídrico y su gestión sostenible.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castells, M., Borja, J., & Pedersen, O. (2018). Water challenges in cities. En Castells, M., Borja, J., & Pedersen, O. (Eds.), *Local and Global Dynamics of Water Governance in Urban Spaces* (pp. 3-19). Springer International Publishing.
- Escobar, H. (2019). Diagnóstico y propuestas para el manejo sostenible del agua en zonas urbanas: el caso de Lima, Perú. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 15(2), 83-99.
- Gutiérrez, S., & Quijano, J. (2019). Análisis de los sistemas de saneamiento pluvial y su relación con el abastecimiento de agua potable en zonas urbanas. *Ingeniería y Desarrollo*, 36, 91-106.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2016). *Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)*. Lima, Perú: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
- Miranda, L., & Martínez, J. (2017). Tecnologías de tratamiento de aguas pluviales para su reutilización en zonas urbanas. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 27(2), 111-123.
- Paredes, M., & Quispe, L. (2018). Disponibilidad hídrica en zonas urbanas: el caso de la ciudad de Ayacucho, Perú. *Revista de Investigación en Desarrollo Sostenible*, 2(1), 33-47.
- Perú. Ministerio del Ambiente. (2019). *Guía para la gestión integral del agua pluvial en zonas urbanas*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente.
- Sánchez, J., & Rodríguez, A. (2018). Planificación y gestión del agua en zonas urbanas: experiencias internacionales y aplicabilidad en el contexto peruano. *Revista del Colegio de Ingenieros del Perú*, 2(1), 25-35.
- Silva, J., & Torres, R. (2019). Participación ciudadana y educación ambiental en la gestión del agua pluvial en zonas urbanas: el caso de la ciudad de Trujillo, Perú. *Revista de Investigación en Desarrollo Sostenible*, 3(1), 17-28.

## **ANEXOS**



NOMBRE DE TESIS: *“INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDACT – 2022”*

**ESTUDIO HIDROLOGICO DEL PROYECTO DE TESIS:**

**“INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDACT – 2022”**

**TABLA DE CONTENIDO**

- I. Resumen Ejecutivo
- II. Introducción
- III. Descripción del Estudio
- IV. Evaluación Preliminar
- V. Formulación de Alternativas
- VI. Estudio Hidrológico
- VII. Conclusiones y recomendaciones



**NOMBRE DE TESIS: “INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC – 2022”**

**RESUMEN EJECUTIVO**

Este estudio Hidrológico se realizó a solicitud de la Bach. Lesly Dayan ATANACIO PAULINO para proponer la implementación de un nuevo sistema de saneamiento de agua pluvial para la ciudad universitaria Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión sede Pucayacu en un terreno de aproximadamente **297,691.90 m<sup>2</sup>** (según ficha registral y levantamiento topográfico), ubicado en el Barrio de Pucayacu distrito de Yanacancha provincia y región Pasco.

En dicho terreno se propone construir una planta de tratamiento de agua potable para abastecer a la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.

El terreno material del estudio está rodeado por una ligera quebrada la cual arrastra y recoge aguas de lluvia en las épocas de precipitación más fuertes del año, y constituye un problema en dichas épocas.

Atendiendo a los comentarios emitidos por el Departamento de Obras de la Institución Universitaria (UNDAC) se analizaron soluciones nuevas para mantener los flujos máximos producidos por el nuevo desarrollo iguales o menores que los que se producen bajo las condiciones existentes, atender los comentarios de la UNDAC e incluir medidas para garantizar la calidad del proyecto a desarrollarse.

Este estudio incluye la inspección visual de los afluentes de agua que nacen en el área del proyecto los cuales consisten de:

1. Aguas provenientes de terrenos aledaños ubicados frente a las vías perimétricas al terreno que no cuentan con un adecuado sistema de alcantarillado
2. Aguas provenientes de las lluvias de temporada alta
3. Aguas provenientes de alguna fuente subterránea, la cual será confirmada o descartada en el transcurso del estudio.



**NOMBRE DE TESIS: “INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC – 2022”**

## **1.1 INTRODUCCION**

El objetivo del estudio hidrológico está orientado a la determinación de los caudales de avenidas correspondiente al área de la cuenca comprometida con el diseño de la planta de tratamiento de agua potable de la UNDAC Pucayacu

El Rio Pucayacu es uno de los afluentes del rio Huallaga y, al igual que este, discurre en sentido sur-norte, aunque sus nacientes se localizan más al sur, en Cerro de Pasco, este río desarrolla gran parte de su cauce y caudal en Huánuco, siendo los ejes Ambo - Huánuco y Huánuco - Santa María del valle.

La singularidad de las cuencas de los ríos amazónicos en lo referente al relieve y los suelos sobre el cual se desarrollan, aunados a las condiciones ecológicas y meteorológicas que presentan, son aspectos de trascendental importancia que inciden en una adecuada evaluación de los recursos; en ese sentido, la determinación probabilística de los eventos extraordinarios, como el caso de las avenidas, requieren de una confiable y suficiente información para el análisis.

La sierra peruana es la región del país que adolece de información, expresada en una muy escasa e imprecisa cartografía a consecuencia de la accidentada geografía que presenta, así como la casi inexistente información hidrológica debido a la baja densidad de observatorios hidrometeorológicos en tan vasta superficie hidrográfica; estos aspectos se traducen como una limitación para el análisis estadístico de los eventos históricos. Dentro de esta coyuntura, la metodología adoptada en el estudio se sustenta principalmente en criterios de regionalización con transferencia de información de áreas afines a la del estudio.

Así como también otro objetivo del estudio es presentar alternativas que se incorporen en el diseño para lograr que las condiciones de drenaje pluvial y de inundación no afecten el área de estudio, una vez construido el nuevo campus propuesto como proyecto universitario, se mantengan igual o mejoren al compararlas con las condiciones existentes.

De esta manera se garantiza que no se perjudicará ninguna propiedad adyacente y se cumple con los requisitos del Reglamento Nacional de Construcciones. En adición, se incorporan medidas y recomendaciones que contribuyan a la protección del lugar mediante la implantación de medidas que controlen la calidad de las descargas pluviales. Por incluir una alternativa distinta de las propuestas anteriormente, este documento se ha elaborado en forma tal que sea abarcado todas las soluciones posibles.



**NOMBRE DE TESIS: “INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDA – 2022”**

**DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO**

**LOCALIZACIÓN**

El terreno reservado para el proyecto se haya en el Barrio de Pucayacu, en la zona periférica del casco urbano de la cada vez más creciente ciudad de Yanacancha.

**B. TOPOGRAFÍA EXISTENTE**

El área propuesta para desarrollo se haya en un terreno semi ondulado, de forma irregular, con pendientes que van desde el 1 al 15% que cubre casi 30 hectáreas.



Vista panorámica de la zona de estudio

**ALCANCE DEL ESTUDIO**

Este estudio sugiere y recomienda alternativas y recomendaciones para incluir en el diseño del drenaje pluvial del propuesto en cuestión de forma que, el nuevo desarrollo no aumente el flujo máximo obtenido según la reglamentación vigente. Además, se proveen recomendaciones para no disminuir el acarreo hidráulico durante las condiciones correspondientes a la inundación reglamentaria. Se sugieren las dimensiones generales recomendadas para las obras propuestas; sin embargo, no se detallan los diseños hidráulicos de obras de disipación de energía, dimensionamiento de tuberías, o ningún diseño estructural.

**EVALUACIÓN PRELIMINAR**

**INSPECCIÓN VISUAL DE CAMPO**



**NOMBRE DE TESIS: “INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDA – 2022”**

Se hicieron varias visitas a la zona del proyecto para conocer los detalles del drenaje. Durante estas visitas se tomaron fotografías que permiten describir las condiciones existentes y ayudan en la selección de los modelos y los parámetros que se usaron en el análisis hidrológico e hidráulico.



Visita al campo en Tiempo de Lluvia



Visita al Campo en Tiempo de Heladas

Se hicieron las inspecciones de campo para delinear las zonas de drenaje correspondientes a cada una de las cuencas que drenan hacia terreno bajo estudio. Este trabajo se describe en este informe. También se ha observado, mediante visitas frecuentes, el comportamiento de



**NOMBRE DE TESIS: “INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDA – 2022”**

los niveles de agua en la zona, especialmente la región que rodea el terreno para el desarrollo del campus universitario propuesto.

### **REVISIÓN DE ESTUDIOS PREVIOS**

Se recopiló y analizó la información disponible acerca de la hidrología de la zona. la mayoría referidas a la descarga de agua por las precipitaciones de agua de tipo pluvial y a falta de un sistema de saneamiento en la zona, así como también se realizó excavaciones para verificar el nivel freático de la zona y su capacidad de absorber las filtraciones de agua.

### **COLECCIÓN DE DATOS HISTÓRICOS**

Históricamente NO han ocurrido inundaciones que afectaron significativamente los terrenos del proyecto. Todas ellas están asociadas al desbordamiento de las aguas del efecto antes mencionados, pero ante tal existencia se podría plantear algunas alternativas de solución.

### **CUENCA DEL RIO PUCAYACU**

#### **UBICACIÓN**

El área está ubicada en una de las posibles nacientes del río Huallaga y está delimitada por las quebradas de los cerros hacia el nor oeste y hacia el nor este de la ciudad universitaria y tiene una extensión aproximada de 251,125.62 m<sup>2</sup>.

#### **DESCRIPCION DE LA CUENCA.**

Es una zona húmeda en su integridad, sometida a precipitaciones significativas en la época de invierno y por su ubicación geográfica está expuesta a constantes evacuaciones de aguas servidas de las edificaciones existentes en su parte más alta.

El río Huallaga nace en nudo de Pasco, por la confluencia de los ríos Ticalcayan, Pariamarca, Pucurhuay y Pucayacu, alcanzando su mayor amplitud en el departamento de Huánuco.

#### **PARÁMETROS FISIAGRÁFICOS**

La compleja función hidrológica de una cuenca depende de sus características físicas y climáticas que ejercen efectos determinantes en su comportamiento, dichas características influirán en el reparto de la escorrentía superficial a lo largo de los cursos de agua, siendo la responsable del comportamiento y magnitud de las avenidas que se presentan en la cuenca.

A continuación, se presentan los principales parámetros hidro fisiográficos de la cuenca del río Pucayacu en su nacimiento.

#### **AREA DE LA CUENCA (A)**

Se ha determinado y medido la superficie de la cuenca en su nacimiento: obteniéndose:

<b>Cuenca</b>	<b>Área (en Km<sup>2</sup>)</b>
---------------	---------------------------------



**NOMBRE DE TESIS: “INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC – 2022”**

Cuenca del río Pucayacu en su nacimiento Río Huallaga 1.004 Km<sup>2</sup>

*Fuente: Elaboración Propia*

**PERÍMETRO DE LA CUENCA (P)**

El perímetro ó contorno de la cuenca es:

<b>Cuenca</b>	<b>Perímetro (km)</b>
Cuenca del río Pucayacu en su nacimiento Río Huallaga	5.89

*Fuente: Elaboración Propia*

**ANCHO MEDIO DE LA CUENCA (W)**

El resultado de dividir el área de la cuenca, entre la longitud del curso más largo que contenga la misma. Su relación es:

$$W = \frac{A}{L},$$

Donde:

- $W$  : Ancho medio de la cuenca en Km
- $A$  : Área de la cuenca, en Km<sup>2</sup>.
- $L$  : Longitud del curso más largo, en Km

Reemplazando:  $W = 0.334$  km

**COEFICIENTE DE COMPACIDAD**

El coeficiente de Compacidad nos indica la relación que existe entre el perímetro de la cuenca y de un círculo de área similar al de la cuenca en estudio.

Si el valor de  $K_c$  es igual a la unidad indica que la cuenca tiene forma circular, la que permite mayor oportunidad de crecientes, ya que los tiempos de concentración serán iguales para todos los puntos, si por el contrario el valor de  $K_c$  supera la unidad se trata de una cuenca que tiende a ser alargada.

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

Reemplazando:  $K_c = 1.658$



NOMBRE DE TESIS: “*INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC – 2022*”

Este resultado nos indica que la cuenca presenta una forma circular, por lo tanto, será gradual su respuesta hidrológica a las fuertes precipitaciones.

**FACTOR DE FORMA ( $F_f$ )**

El comportamiento de la tendencia mayor o menor de las avenidas extraordinarias en la cuenca es representado por la relación entre el ancho medio de la cuenca y la longitud del curso de agua más largo. Los valores que se aproximen a la unidad reflejan la mayor tendencia de la cuenca a la presencia de avenidas extraordinarias de gran magnitud.

Su relación:

$$F_f = \frac{A}{L^2} = 0.2296$$

Este valor indica que el río Huallaga, al producirse fuertes precipitaciones, el incremento de las aguas sería gradual.

**DENSIDAD DE DRENAJE ( $Dd$ )**

Es la relación entre la longitud total de los cursos de agua perennes e intermitentes de una cuenca (curso principal y tributario) y el área de la misma.

Este parámetro nos indica la capacidad que tiene la cuenca para drenar las aguas de escorrentía. Su relación es:

$$Dd = \frac{\sum Li}{A}$$

Donde:

$Dd$  : Densidad de drenaje.

$Li$  : Longitudes de los cursos de agua, en Km

$A$  : Área de la cuenca, en Km<sup>2</sup>.

Reemplazados valores:  $Dd = 0.335$

**PENDIENTE DEL CURSO PRINCIPAL ( $S$ )**

Es un factor que influye en la velocidad del escurrimiento superficial, determinado por lo tanto el tiempo que el agua de lluvia demora en escurrir en los lechos fluviales que forman la red de drenaje.



**NOMBRE DE TESIS: “INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDA – 2022”**

La pendiente del curso principal se determina considerando el desnivel entre el punto más alto del río y el más bajo carretera a La Quinua por la longitud de dicho tramo. Realizando la evaluación correspondiente tenemos:

$$S = 2.8\%$$

**ALTITUD MEDIA DE LA CUENCA ( $Z_c$ )**

Se elaboró la curva hipsométrica de la cuenca y se calculó la altitud media de la siguiente manera:

$$Z_c = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot x Z_i}{A} = 4190 \text{ m.s.n.m.}$$

Donde:

- $Z_c$  : Altitud media de la cuenca en estudio.
- $A_i$  : Área comprendida entre un intervalo de curvas de nivel (se consideró desniveles de 400m).
- $Z_i$  : Altitud media del área comprendida por cada intervalo.
- $A$  : Área de la cuenca en estudio, en Km<sup>2</sup>.

**CLIMATOLOGÍA**

El clima de la cuenca del río Rio Huallaga se caracteriza por presentar un clima lluvioso cálido y húmedo, con precipitaciones durante todo el año.

Dada la escasez de estaciones en la cuenca en estudio, se emplearon métodos indirectos para determinar la temperatura y precipitación media.

**TEMPERATURA**

**Páramo muy Húmedo Subalpino Tropical (pruh-Sat)**

La biotemperatura media anual máxima es de 6°C y la media anual mínima de 3.8 °C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 1,254.8 mm y el promedio mínimo de 584.2 mm. Según el diagrama bioclimático la evapotranspiración potencial total por año varía entre la cuarta parte (0.25) y la mitad (0.50) del promedio de precipitación total por año lo que la ubica en la provincia de Humedad: “PERHUMEDO”.

El escenario edáfico está conformado por suelos relativamente profundos, de textura media, ácidos generalmente con influencia volcánica (Páramo Andosoles) o sin influencia volcánica (paramosoles). Donde existe predominio de materiales calcáreos aparecen los cambisoles



NOMBRE DE TESIS: “*INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC – 2022*”

eutricos y Renazinas. Completan el escenario edáfico suelos de mal drenaje (Gleysoles), suelos orgánicos (Histosoles) y suelos delgados (litosoles).

#### **CAUDAL MEDIO MULTIANUAL**

No se dispone de estaciones de aforo de la cuenca, sin embargo, se cuenta con información de ríos vecinos y estaciones cercanas al área en estudio, por lo tanto, para evaluar la disponibilidad de agua que presenta el río se ha aplicado el siguiente procedimiento:

#### **Método de Coeficiente de Escorrentía**

Se aplicará la relación:  $E = P \times Ce$

Donde:

- $E$  : Escorrentía (mm)
- $P$  : Precipitación media mensual (mm)
- $Ce$  : Coeficiente de Escorrentía.

Del mismo modo del Estudio de Evaluación de Riego de la zona en estudio se le asigna un coeficiente de escorrentía de 0.38, reemplazando:

$E = 476.8$  mm y entonces  $Q = 1.006$  m<sup>3</sup>/s.

$$Q_{\text{mensual}} = \frac{\text{Pr ecipitación Mensual}}{\text{Pr ecip. multianual}} Q_{\text{multianual}}$$

#### **ANÁLISIS DE AVENIDAS**

La carencia de información de la cuenca en estudio hace que se realicen métodos indirectos para el cálculo de los caudales de avenidas que puedan ocurrir en la cuenca del Río Pucayacu, por esta razón se aplicaron métodos indirectos.

#### **Método basado en los Estudios del SEINTEC**

De los estudios realizados por SEINTEC (1997) para el desarrollo del proyecto “Revisión del Estudio de Hidráulica del Conjunto de Puentes del Huallaga” para 22 subcuencas del Huallaga, se puede establecido una ley regresión potencial<sup>1</sup>, analizando avenidas para un periodo de retorno de 50 años:

$$Q_{\text{max}} = 42.45A^{0.36}$$

Donde:

- $A$  : Área de la quebrada (km<sup>2</sup>)
- $Q_{\text{max}}$  : Caudal máximo (m<sup>3</sup>/s)



NOMBRE DE TESIS: “*INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDA – 2022*”

Reemplazando el área de las cuencas tenemos:

Cuenca	Caudal máxima (m <sup>3</sup> /s)
Sub Cuenca del Rio Pucayacu	28.67

Para transformar este valor a caudal máximo instantáneo lo multiplicaremos por el factor de Füller, que recomienda para estos casos:

$$Q_{max.instant.} = Q_{max.diario} \left( 1 + \frac{2.66}{A^{0.30}} \right)$$

Donde:

$Q_{max. instant}$	:	Caudal máximo instantáneo en m <sup>3</sup> /s
$Q_{max. diario}$	:	Caudal máximo diario en m <sup>3</sup> /s
$A$	:	Área de la cuenca en km <sup>2</sup>

Reemplazando, obtenemos que el caudal máximo instantáneo en las cuencas para un periodo de retorno de 50 años es:

Cuenca	Caudal para un período de retorno de 50 años (m <sup>3</sup> /s)
Río Pucayacu	136.08

#### CARACTERISTICAS DEL RIO PUCAYACU EN LA ZONA DE ESTUDIO

- **ANCHO DEL RIACHUELO**

El cauce principal del río tiene un ancho promedio de 0.6 mts. en épocas de avenidas el río.

- **PENDIENTE LONGITUDINAL**

La pendiente longitudinal del río en la zona de estudio es en promedio de  $S_0 = 2.8$

- **COEFICIENTE DE RUGOSIDAD**

Par el cálculo de los tirantes máximos y de las máximas velocidades de aproximación es necesario estimar el coeficiente de rugosidad del cauce.

Tomando en cuenta las marcas dejadas por las avenidas que ha ocurrido en años anteriores se considera los siguientes datos básicos para los cálculos:

- Tirante de flujo = 0.30 m
- Densidad de los sedimentos = 1265 Kg masa/m<sup>3</sup>
- Pendiente longitudinal promedio = 2.8
- Coeficiente de Rugosidad para superficies irregulares = 28

---

<sup>1</sup> Del Estudio de Hidrología e Hidrología para el Diseño del Puente Manchuria realizado por el PEAH



NOMBRE DE TESIS: “INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC – 2022”

- Ancho del Río =0.8 m

- **CALCULO HIDROLOGICO**

En vista de la carencia de información hidrológica en la zona se optó por tomar el sector más bajo carretera a la Quinua y de acuerdo a las observaciones de campo se obtuvieron los siguientes datos para el estudio

S = 2.5 % (pendiente del río)

h = 0.30 m. (altura de subida de las aguas en las paredes del río)

b = 0.8 m. (ancho del río)

Ks = 28 (coeficiente de rugosidad; para superficies irregulares)

Según la formula de Manning – Stickler

$$Q = K_s \times A \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 28 \times 0.8 \times 0.30 \times \left( \frac{0.8 * 0.30}{2 \times 0.30 + 0.8} \right)^{\frac{2}{3}} \times (.0250)^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 1.03 m^3 / s$$

**CUADRO RESUMEN DE DATOS**

ITEM	DATO	VALOR PUNTO MAS BAJO
01	Pendiente del río	2.5%
02	Altura de Subida de agua	0.30 m.
03	Ancho del río	0.8m.
04	Coficiente de rugosidad	28
05	Caudal	1.03 m3/s.



NOMBRE DE TESIS: “*INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDA – 2022*”

**CONCLUSIONES**

- La poca información hidrometeorológica existente en la cuenca en estudio, planteó la necesidad de utilizar métodos indirectos para la generación de información pluviométrica e hidrométrica en función a información cercana al área de interés. De acuerdo a la información que se obtuvo, fue posible determinar el valor de la temperatura media, de la precipitación total anual y generar registros de una serie de caudales sobre el curso principal considerando el área de la cuenca a partir del punto de origen.
- De acuerdo a la forma de la cuenca y a la vegetación observada podemos mencionar que su respuesta ante la presencia de fuertes precipitaciones será de un incremento gradual del caudal.
- La temperatura media anual en el área de la cuenca del Río Pucayacu es de 6 °C, su precipitación media total anual de 1254.8 mm y su altitud media 4190 msnm.
- El caudal medio multianual se determinó aplicando un método indirecto: Coeficiente de Escorrentía ( $Q=1.006 \text{ m}^3/\text{s}$ ).
- El caudal máximo instantáneo que se presentaría en el río Río Pucayacu, en el punto más bajo es de 136.08  $\text{m}^3/\text{s}$  para un periodo de retorno de 50 años.  
Utilizando el método de SEINTEC con un caudal de 28.67  
Caudal de diseño de la Cuenca del Alto Huallaga es de  
 $Q_{\text{diseño}} = 28.67 \text{ m}^3/\text{seg}$ .



**EGETCOC**

**CERTIFICADO DE ESTUDIO DE MECANICA DE  
SUELOS**

**"INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE  
SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA  
MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA  
DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA  
UNDAC - 2022"**

**SOLICITADO. LESLY DAYAN ATANACIO  
PAULINO**



EGETCOC E.I.R.L.  
ING. ROSARIO MOLINA HINDOGAR  
JEFE DE LABORATORIO  
CIR. 222082

Dirección: Urbanización Julian Huamali Yauli  
N° MZ-D LT C.P. - Villa de Pasco  
RUC: 206064438339 - Cel: 984616090  
e-mail: egetcoc.contratos@gmail.com

**PROYECTO:**  
 INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL  
 ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022

**GEOTECNIA**

**DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>ESTRUCTURA</b> : EDIFICACION	<b>SOLICITANTE:</b> LESLY DAYAN ATANACIO
<b>CALICATA</b> : C-1	PAULINO
<b>UBICACIÓN</b> : YANACANCHA	<b>FECHA:</b> 15/10/2022
	<b>REALIZADO POR:</b> EGETCOC EIRL

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	500.00	500.00	500.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	477.48	478.91	480.34
PESO DE LA TARA gr.	30.00	30.00	30.00
PESO DEL AGUA gr/cm3	22.52	21.09	19.66
PESO SUELO SECO gr.	447.48	448.91	450.34
HUMEDAD %	5.03	4.70	4.37
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	<b>4.70</b>		

**Observaciones:**

El resultado de humedad natural de la muestra (M-01) es: 4.70%

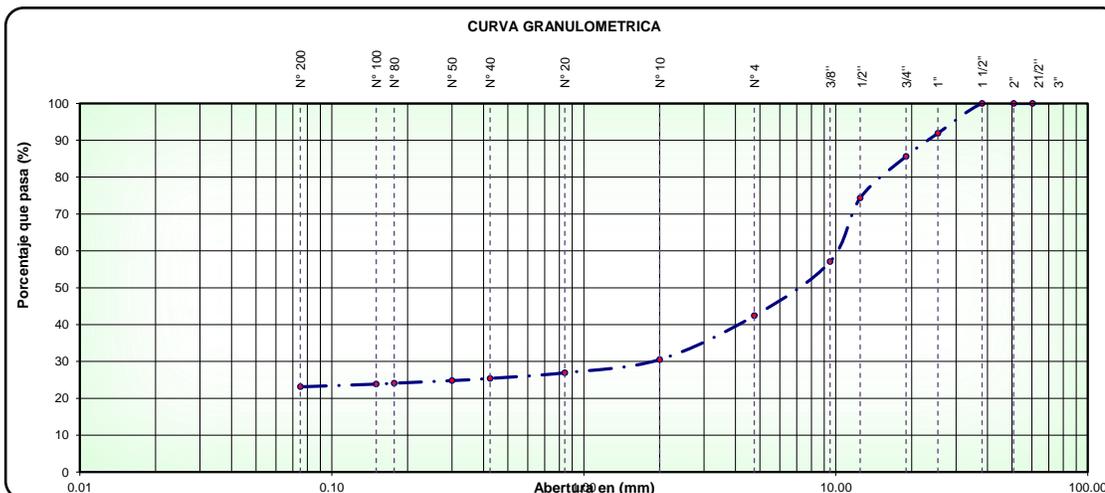


EGETCOC E.I.R.L.  
 ING. WILSON VIZCAYA ANDRÉS HINDS GAR  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 222082

**PROYECTO:**

INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022

GEOTECNIA								
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO								
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88								
GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES								
ESTRUCTURA		: EDIFICACION				FECHA: 15/10/2022		
CALICATA		: C-1				REALIZADO POR: EGETCOC E.I.R.L.		
UBICACIÓN		: YANACANCHA		MÉTODO : A		PESO INICIAL SECO: 1935 gr.		
TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
3"	76.200	0	0.00		100		477	
21/2"	60.350	0	0.00	0.00	100.00		Peso Total : 1935 gr.	
2"	50.800	0	0.00	0.00	100.00	100	Peso de Grava : 1115 gr.	
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00		Peso de Arena : 820 gr.	
1"	25.400	157	8.13	8.13	91.87	-	Frac. < N° 4 : 1115.05 gr.	
3/4"	19.000	121	6.27	14.40	85.60		CONSISTENCIA	
1/2"	12.500	218	11.29	25.68	74.32		Límite Líquido : 28 %	
3/8"	9.500	334	17.24	42.93	57.07	30 - 65	Límite Plástico : 25 %	
N° 4	4.750	284	14.70	57.62	42.38	25 - 55	Índice Plástico : 3 %	
N° 10	2.000	230	11.88	69.50	30.50	15 - 40	CLASIFICACIÓN DEL SUELO	
N° 20	0.840	69	3.58	73.08	26.92		A.A.S.H.T.O : A - 1 - b	
N° 40	0.425	29	1.51	74.59	25.41	8 - 20	S.U.C.S. : GM	
N° 50	0.300	12	0.61	75.20	24.80		Humedad Natural (%) : 4.70	
N° 80	0.177	13	0.70	75.89	24.11		Materia orgánica (%) : 0.0	
N° 100	0.150	5	0.25	76.15	23.85			
N° 200	0.075	14	0.73	76.88	23.12	2 - 8		
< N° 200	Fondo	447	23.12	100.00	0.00			
		1935	100					



Observaciones: Los muestreos fueron realizadas por el solicitante.





**PROYECTO:**  
**INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022**

**GEOTECNIA**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

**DATOS DE LA MUESTRA**

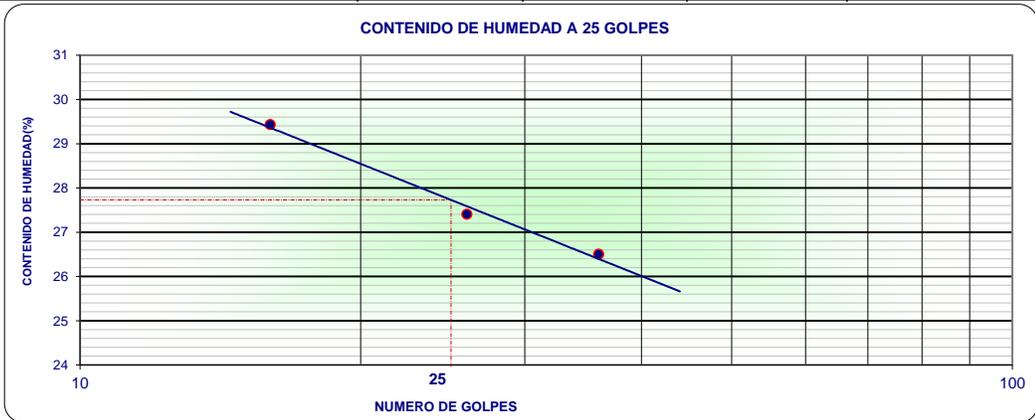
<b>ESTRUCTURA</b>		<b>LESLY DAYAN ATANACIO</b>	
<b>CALICATA</b>	C-1	<b>SOLICITANTE:</b>	<b>PAULINO</b>
<b>UBICACIÓN</b>	YANACANCHA	<b>FECHA:</b>	15/10/2022
		<b>HECHO POR:</b>	EGETCOC EIRL

**LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)**

Nº TARA	T-01	T-02	T-03	
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	36.51	33.09	40.28	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	31.40	28.98	34.78	
PESO DE AGUA (gr.)	5.12	4.11	5.51	
PESO DE LA TARA (gr.)	14.00	14.00	14.00	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	17.40	14.98	20.78	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	<b>29.43</b>	<b>27.41</b>	<b>26.50</b>	
NUMERO DE GOLPES	<b>16</b>	<b>26</b>	<b>36</b>	

**LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)**

Nº TARA	T-04	T-05	T-06	<b>PROMEDIO</b>
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)	19.22	20.67	16.62	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)	18.35	19.32	16.04	
PESO DE LA TARA (gr.)	14.00	14.00	14.00	
PESO DEL AGUA (gr.)	0.87	1.35	0.58	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	4.35	5.32	2.04	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	<b>19.97</b>	<b>25.42</b>	<b>28.47</b>	<b>25</b>



<b>CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA</b>	
<b>LIMITE LIQUIDO (%)</b>	28
<b>LIMITE PLASTICO (%)</b>	25
<b>INDICE DE PLASTICIDAD (%)</b>	3

<b>OBSERVACIONES</b>
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogaritmico es el LL =27

Los muestreos fueron realizadas por el solicitante.





### OBRA:

**INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022**

### GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339.171

### DATOS DE LA MUESTRA

CONCEPTO :		SOLICITANTE: LESLY DAYAN ATANACIO PAULINO
CALICATA :	C-01	
UBICACIÓN :	YANACANCHA	FECHA: 15/10/2022
		REALIZADO POR: EGETCOC

### DATOS DE LA CAJA DE CORTE

Diametro	:	6.24	cm
Altura	:	2.54	cm
Area	:	30.58	cm <sup>2</sup>
Volumen	:	77.68	cm <sup>3</sup>
Velocidad de corte	:	0.25	mm/min
		digitos	190

### Datos del suelo

Peso del suelo	:	157.00	gr
Humedad	:	8.0	%
den. Humeda para remoldeo	:	2.021	g/cm <sup>3</sup>
den. Seca para remoldeo	:	1.871	g/cm <sup>3</sup>

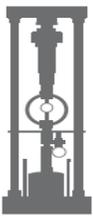
### CONSOLIDACION

49 kN/m <sup>2</sup>		98 kN/m <sup>2</sup>		147 kN/m <sup>2</sup>	
Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)
5'	0.020	5'	0.101	5'	0.283
10'	0.022	10'	0.108	10'	0.297
15'	0.023	15'	0.117	15'	0.305
30'	0.027	30'	0.126	30'	0.339
60'	0.034	60'	0.139	60'	0.370
2"	0.044	2"	0.152	2"	0.417
4"	0.051	4"	0.174	4"	0.462
8"	0.065	8"	0.194	8"	0.537
15"	0.075	15"	0.210	15"	0.555
30"	0.085	30"	0.216	30"	0.567



### Aplicación de esfuerzo cortante

LECTURAS		49 kN/m <sup>2</sup>		98 kN/m <sup>2</sup>		147 kN/m <sup>2</sup>	
Deformación tangencial (mm)	Tiempo transcurrido (min)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)
0.00	0.00	0.000	0.124	0.000	0.256	0.000	0.623
0.06	0.15	0.009	0.125	0.003	0.256	0.035	0.629
0.13	0.30	0.013	0.125	0.016	0.258	0.044	0.633
0.19	0.45	0.015	0.124	0.022	0.262	0.049	0.636
0.25	1.00	0.017	0.123	0.026	0.265	0.052	0.639
0.38	2.30	0.019	0.116	0.033	0.265	0.062	0.638
0.51	2.00	0.021	0.106	0.038	0.265	0.070	0.638
0.64	2.30	0.024	0.094	0.043	0.262	0.076	0.636
0.76	3.00	0.026	0.083	0.046	0.258	0.084	0.631
0.89	3.30	0.028	0.075	0.049	0.254	0.091	0.625
1.02	4.00	0.032	0.063	0.052	0.249	0.099	0.615
1.14	4.30	0.033	0.057	0.055	0.243	0.103	0.607
1.27	5.00	0.036	0.050	0.058	0.237	0.109	0.602
1.91	7.30	0.045	0.020	0.073	0.191	0.136	0.550
2.54	10.00	0.055	0.014	0.081	0.135	0.152	0.492
3.18	12.30	0.062	0.013	0.089	0.086	0.165	0.435
3.81	15.00	0.069	0.011	0.093	0.039	0.174	0.370
4.45	17.30	0.075	0.009	0.098	0.020	0.178	0.316
5.08	20.00	0.079	0.008	0.101	0.018	0.179	0.269
5.72	22.30	0.083	0.008	0.105	0.018	0.174	0.226
6.35	25.00	0.086	0.007	0.107	0.017	0.171	0.209



**OBRA:**

**INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022**

**GEOTECNIA**

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339.171

**DATOS DE LA MUESTRA**

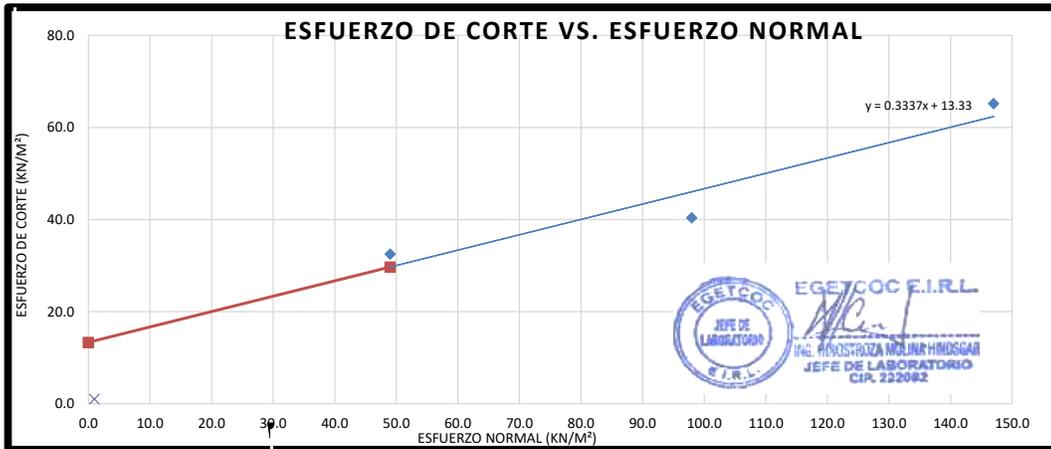
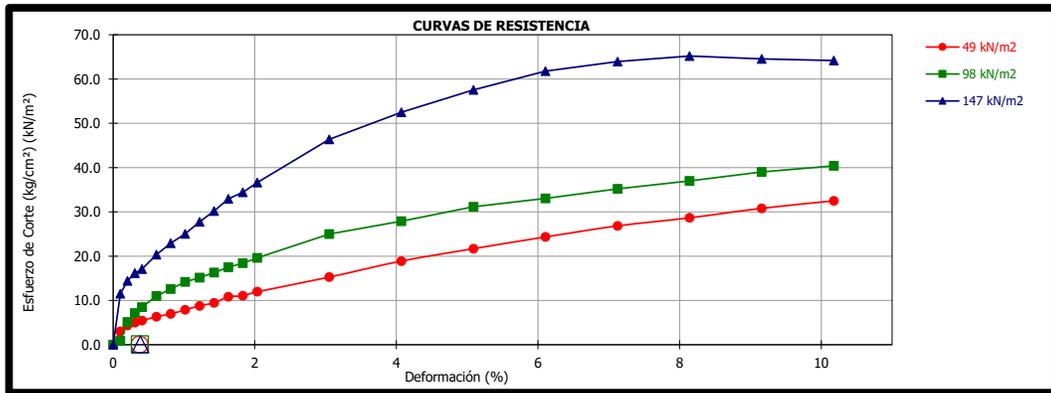
CONCEPTO : EDIFICACION SOLICITANTE: LESLY DAYAN ATANACIO PAULINO  
 CALICATA : C-01  
 UBICACIÓN : YANACANCHA FECHA: 15/10/2022  
 HECHO POR: EGETCOC. EIRL

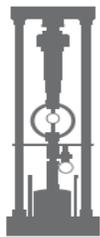
Contenido de humedad	49 kN/m <sup>2</sup>		98 kN/m <sup>2</sup>		147 kN/m <sup>2</sup>	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06
Peso de tara (g)	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Peso de tara + suelo húmedo (g)	217.0	222.0	217.0	222.0	217.0	222.0
peso de tara + suelo seco (g)	199.6	199.6	199.6	199.6	199.6	199.6
% de Humedad	8.00	11.20	8.00	11.20	8.00	11.20

Esfuerzo Normal (kN/m<sup>2</sup>)      Esfuerzo de Corte (kN/m<sup>2</sup>)

49	32.500
98	40.390
147	65.200

C	13.330	kN/m <sup>2</sup>
φ	18.5	Grados





**OBRA:** INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022

**SOLICITA:** LESLY DAYAN ATANACIO PAULINO  
**LUGAR:** YANACANCHA

### CAPACIDAD PORTANTE C-1

B =	1.20	[m]	$\phi =$	25.03	[°]	$ca =$	0.00	
L =	1.20	[m]	$\delta =$	0.00	[°]	$\gamma =$	21.19	[kN/m <sup>3</sup> ]
D =	1.50	[m]	$\beta =$	0.00	[°]	$q_v =$	0.00	[kN/m <sup>2</sup> ]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta =$	0.00	[°]	$q_o =$	0.00	[kN/m <sup>2</sup> ]
ecc.L =	0.00	[m]	c =	0.010	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	FS =	3.00	

Meyerhof:	Vesic:	Hansen:	Terzaghi:
Nq = 10.693476	Nq = 10.693476	Nq = 10.693476	Nq = 12.72
Nc = 20.76135361	Nc = 20.7613536	Nc = 20.7613536	Nc = 25.135
Ng = 6.797287595	Ng = 10.9193679	Ng = 6.78882592	Ng = 12.796

Factor de forma	Factor de forma	Factor de forma	Factor de forma
sc = 1.493311881	sc = 1.51506642	sc = 1.51506642	sc = 1
sq = sg = 1.24665594	sq = 1.4669	sq = 1.4669	sg = 1
	sg = 0.6	sg = 0.6	

LEYENDA

Factores de profundidad	Factores de profundidad	Factores de profundidad
dc = 1.392632096	dc = 1.00872526	dc = 1.00872526
dq = dg = 1.196316048	dq = 1.01672348	dq = 1.01672348
	dg = 1	dg = 1

- B = Ancho de la cimentación
- L = Longitud de la cimentación
- D = Profundidad de la cimentación
- ecc.B = Excentricidad en B
- ecc.L = Excentricidad en L
- $\phi$  = Angulo de fricción
- $\delta$  = A. inclinacion del terreno de fundación.
- $\beta$  = A. inclinación de la carga
- $\eta$  = Inclinación de la cimentación
- c = Cohesión
- ca = Adhesión a la base de la fundación
- $\gamma$  = Peso específico del suelo
- $q_v$  = Comp. Vertical de la carga
- qh = Comp. Horizontal de la carga
- Kp = Coeficiente de empuje pasivo
- Af = Area efectiva de la cimentación
- FS = Factor de seguridad
- q = Capacidad portante

Factor de inclinación	Factor de inclinación	Factor de inclinación
ic = iq = 1	ic = 1	ic = 1
ig = 1	iq = 1	iq = 1
	ig = 1	ig = 1

Kp = 2.466559405	F. inclin. Cimentación	F. inclin. Cimentación
	bc = 1	bc = 1
	bq = bg = 1	bq = 1
		bg = 1

F. d'inclin. Terreno	F. d'inclin. Terreno
gc = 1	gc = 1
gq = gg = 1	gq = gg = 1

Capacidad Portante:	Capacidad Portante:	Capacidad Portante:	Capacidad Portante:
$q_{ult} =$ 676.87	$q_{ult} =$ 541.04	$q_{ult} =$ 543.09	$q_{ult} =$ 590.92 [kN/m <sup>2</sup> ]
$q =$ 974.69	$q =$ 779.10	$q =$ 782.04	$q =$ 850.92 [kN]
$Q_{amm} =$ 225.62	$Q_{amm} =$ 180.35	$Q_{amm} =$ 181.03	$Q_{amm} =$ 196.97 [kN/m <sup>2</sup> ]

Capacidad Portante:	
$q_{ult} =$ 6.03	[kg/cm <sup>2</sup> ]
$q =$ 86768.52	[kg]
$Q_{amm} =$ 2.01	[kg/cm <sup>2</sup> ]



**PROYECTO:**INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL  
ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022**GEOTECNIA****DETERMINACION DE HUMEDAD NATURAL**

NORMAS TÉCNICAS: MTC E 108, ASTM D 2216

**DATOS DE LA MUESTRA**

<b>ESTRUCTURA</b> :		<b>SOLICITANTE:</b>	LESLY DAYAN ATANACIO PAULINO
<b>CALICATA</b> :	C-2	<b>FECHA:</b>	15/10/2022
<b>UBICACIÓN</b> :	YANACANCHA	<b>REALIZADO POR:</b>	EGETCOC EIRL

ENSAYO N°	1	2	3
N° DE TARA gr.	T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO gr.	500.00	500.00	500.00
PESO TARA + SUELO SECO gr.	451.45	452.80	454.16
PESO DE LA TARAg.	30.00	30.00	30.00
PESO DEL AGUA gr/cm3	48.55	47.20	45.84
PESO SUELO SECO gr.	421.45	422.80	424.16
HUMEDAD %	11.52	11.16	10.81
HUMEDAD NATURAL PROMEDIO %	11.16		

**Observaciones:**

El resultado de humedad natural de la muestra (M-01) es:

11.16%

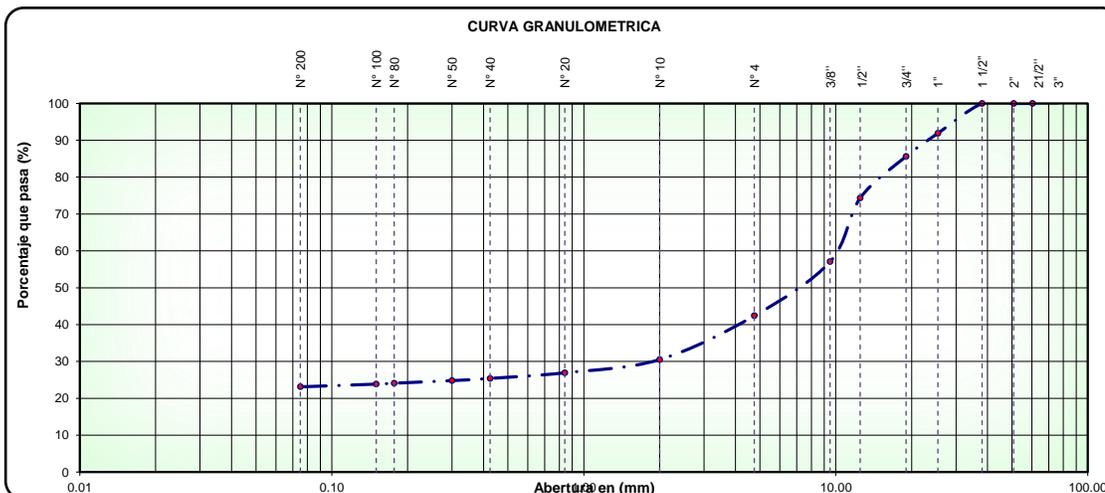
EGETCOC E.I.R.L.  
ING. HENOSFRONZA NOLINUR HINDSGAR  
JEFE DE LABORATORIO  
CIP. 222062



### PROYECTO:

INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022

GEOTECNIA							
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO							
NORMAS TÉCNICAS: MTC E 107, ASTM D 422, AASHTO T 88							
GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES							
ESTRUCTURA	:	0			FECHA: 15/10/2022		
CALICATA	:	C-2			REALIZADO POR: EGETCOC E.I.R.L.		
UBICACIÓN	:	YANACANCHA			PESO INICIAL SECO: 5947 gr.		
				MÉTODO :	A		
TAMIZ	ABERTURA EN (mm)	PESO RETENIDO	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA	GRADACIÓ N "A"	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200	0	0.00		100		477
21/2"	60.350	0	0.00	0.00	100.00		Peso Total : 5947 gr.
2"	50.800	0	0.00	0.00	100.00	100	Peso de Grava : 3427 gr.
1 1/2"	38.100	0	0.00	0.00	100.00		Peso de Arena : 2520 gr.
1"	25.400	483	8.13	8.13	91.87	-	Fracc. < N° 4 : 3426.73 gr.
3/4"	19.000	373	6.27	14.40	85.60		CONSISTENCIA
1/2"	12.500	671	11.29	25.68	74.32		Límite Líquido : 27 %
3/8"	9.500	1025	17.24	42.93	57.07	30 - 65	Límite Plástico : 23 %
N° 4	4.750	874	14.70	57.62	42.38	25 - 55	Índice Plástico : 4 %
N° 10	2.000	706	11.88	69.50	30.50	15 - 40	CLASIFICACIÓN DEL SUELO
N° 20	0.840	213	3.58	73.08	26.92		A.A.S.H.T.O : A - 1 - b
N° 40	0.425	90	1.51	74.59	25.41	8 - 20	S.U.C.S. : GM
N° 50	0.300	36	0.61	75.20	24.80		Humedad Natural (%) : 11.16
N° 80	0.177	41	0.70	75.89	24.11		Materia orgánica (%) : 0.0
N° 100	0.150	15	0.25	76.15	23.85		
N° 200	0.075	44	0.73	76.88	23.12	2 - 8	
< N° 200	Fondo	1375	23.12	100.00	0.00		
		5947	100				



Observaciones: Los muestreos fueron realizadas por el solicitante.



**PROYECTO:**  
**INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022**

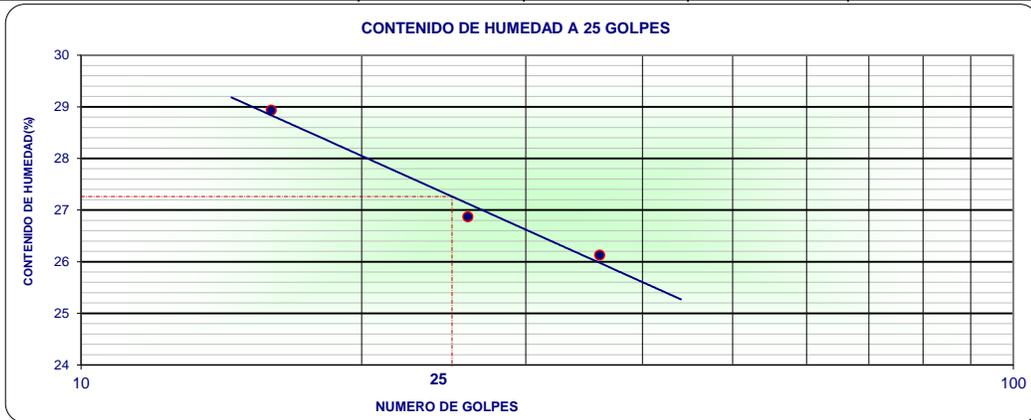
**GEOTECNIA**

**LÍMITES DE CONSISTENCIA**  
 NORMAS TÉCNICAS: MTC E 110 - MTC E 111, ASTM D 4318, AASHTO T 89 - T 90

DATOS DE LA MUESTRA			
<b>ESTRUCTURA</b>	0	<b>LESLY DAYAN ATANACIO</b>	
<b>CALICATA</b>	C-2	<b>SOLICITANTE: PAULINO</b>	
<b>UBICACIÓN</b>	YANACANCHA	<b>FECHA: 15/10/2022</b>	
<b>HECHO POR: EGETCOC EIRL</b>			

LIMITE LIQUIDO (MTC E 110, AASHTO T 89)				
Nº TARA		T-01	T-02	T-03
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		37.31	33.80	41.16
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		32.08	29.61	35.53
PESO DE AGUA (gr.)		5.23	4.19	5.63
PESO DE LA TARA (gr.)		14.00	14.00	14.00
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		18.08	15.61	21.53
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		<b>28.94</b>	<b>26.87</b>	<b>26.13</b>
NUMERO DE GOLPES		<b>16</b>	<b>26</b>	<b>36</b>

LIMITE PLÁSTICO (MTC E 111, AASHTO T 90)					
Nº TARA		T-04	T-05	T-06	<b>PROMEDIO</b>
PESO TARA + SUELO HUMEDO (gr.)		19.64	21.12	16.98	
PESO TARA + SUELO SECO (gr.)		18.75	19.74	16.38	
PESO DE LA TARA (gr.)		14.00	14.00	14.00	
PESO DEL AGUA (gr.)		0.89	1.38	0.59	
PESO DEL SUELO SECO (gr.)		4.75	5.74	2.38	
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		<b>18.69</b>	<b>24.07</b>	<b>24.84</b>	<b>23</b>

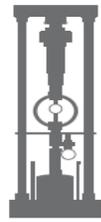


CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LIMITE LIQUIDO (%)	27
LIMITE PLASTICO (%)	23
INDICE DE PLASTICIDAD (%)	4

OBSERVACIONES
El contenido de humedad para los 25 golpes del diagrama semilogaritmico es el LL = 27

Los muestreos fueron realizadas por el solicitante.


**EGETCOC E.I.R.L.**  
 ING. ROYCEYROZA MOLINA HINDSGAR  
 JEFE DE LABORATORIO  
 CIP. 222092

**OBRA:**

**INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022**

**GEOTECNIA VIAL Y ESTABILIDAD DE TALUDES**

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339.171

**DATOS DE LA MUESTRA**

CONCEPTO : SOLICITANTE: LESLY DAYAN ATANACIO PAULINO

CALICATA : C-02

UBICACIÓN : YANACANCHA FECHA: 15/10/2022

REALIZADO POR: EGETCOC

**DATOS DE LA CAJA DE CORTE**

Diametro	:	6.24	cm
Altura	:	2.54	cm
Area	:	30.58	cm <sup>2</sup>
Volumen	:	77.68	cm <sup>3</sup>
Velocidad de corte	:	0.25	mm/min
		digitos	190

**Datos del suelo**

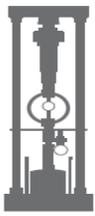
Peso del suelo	:	166.00	gr
Humedad	:	10.0	%
den. Humeda para remoldeo	:	2.137	g/cm <sup>3</sup>
den. Seca para remoldeo	:	1.943	g/cm <sup>3</sup>

**CONSOLIDACION**

49 kN/m <sup>2</sup>		98 kN/m <sup>2</sup>		147 kN/m <sup>2</sup>	
Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)	Tiempo	Lectura vertical (mm)
5'	0.013	5'	0.086	5'	0.216
10'	0.015	10'	0.092	10'	0.226
15'	0.015	15'	0.100	15'	0.232
30'	0.018	30'	0.107	30'	0.258
60'	0.022	60'	0.119	60'	0.282
2"	0.029	2"	0.130	2"	0.318
4"	0.034	4"	0.148	4"	0.352
8"	0.043	8"	0.166	8"	0.409
15"	0.050	15"	0.179	15"	0.423
30"	0.057	30"	0.184	30"	0.431

**Aplicación de esfuerzo cortante**

LECTURAS		49 kN/m <sup>2</sup>		98 kN/m <sup>2</sup>		147 kN/m <sup>2</sup>	
Deformación tangencial (mm)	Tiempo transcurrido (min)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)	Lectura de Carga (KN)	Deformación Vertical (mm)
0.00	0.00	0.000	0.083	0.000	0.218	0.000	0.474
0.06	0.15	0.006	0.083	0.002	0.218	0.027	0.479
0.13	0.30	0.009	0.083	0.013	0.220	0.034	0.482
0.19	0.45	0.010	0.083	0.019	0.223	0.038	0.484
0.25	1.00	0.011	0.082	0.022	0.226	0.040	0.486
0.38	2.30	0.013	0.077	0.028	0.226	0.047	0.486
0.51	2.00	0.014	0.070	0.032	0.226	0.053	0.486
0.64	2.30	0.016	0.063	0.037	0.223	0.058	0.484
0.76	3.00	0.018	0.055	0.039	0.220	0.064	0.480
0.89	3.30	0.019	0.050	0.042	0.217	0.069	0.476
1.02	4.00	0.022	0.042	0.045	0.212	0.075	0.468
1.14	4.30	0.022	0.038	0.047	0.208	0.078	0.462
1.27	5.00	0.024	0.033	0.050	0.202	0.083	0.458
1.91	7.30	0.030	0.014	0.063	0.163	0.104	0.419
2.54	10.00	0.037	0.009	0.069	0.115	0.116	0.375
3.18	12.30	0.041	0.008	0.076	0.073	0.125	0.331
3.81	15.00	0.046	0.007	0.079	0.034	0.133	0.282
4.45	17.30	0.050	0.006	0.084	0.017	0.135	0.241
5.08	20.00	0.052	0.005	0.086	0.016	0.136	0.205
5.72	22.30	0.055	0.005	0.090	0.015	0.133	0.172
6.35	25.00	0.058	0.005	0.092	0.015	0.130	0.159



0.77

OBRA:

INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022

GEOTECNIA

METODO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS NTP 339.171

DATOS DE LA MUESTRA

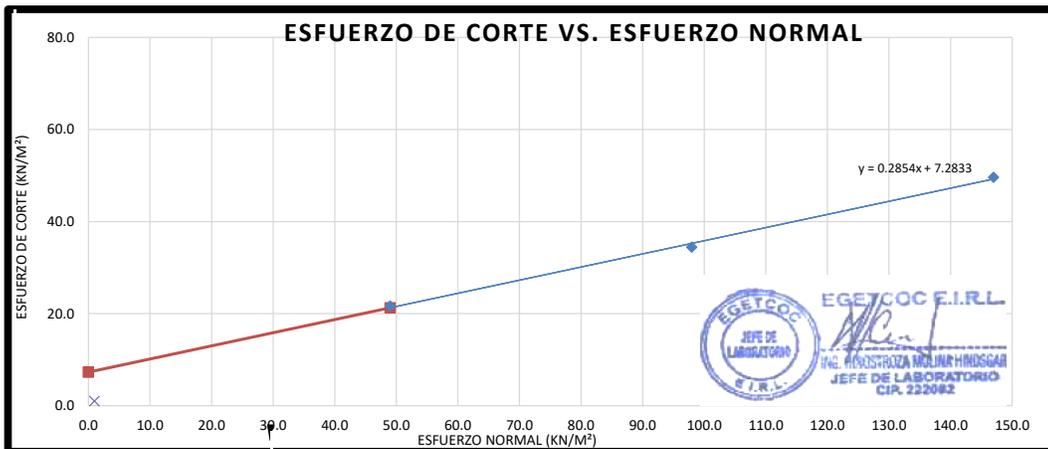
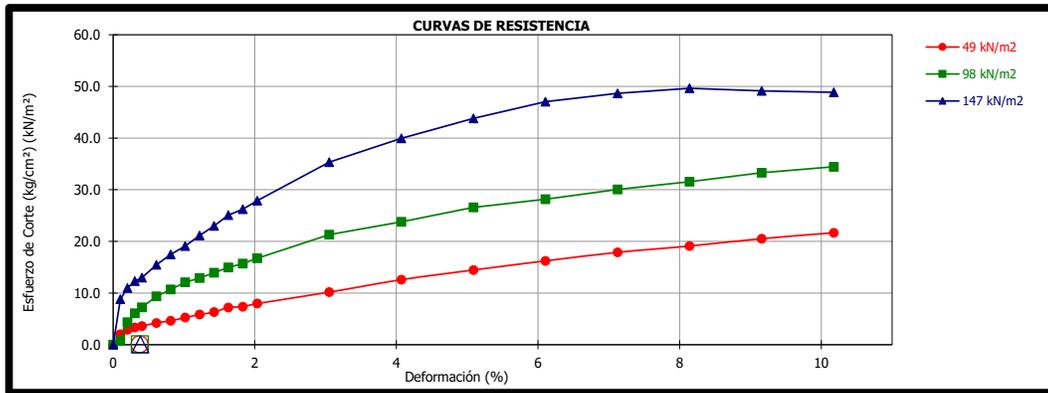
CONCEPTO : EDIFICACION SOLICITANTE: LESLY DAYAN ATANACIO PAULINO  
 CALICATA : C-02  
 UBICACIÓN : YANACANCHA FECHA: 15/10/2022  
 HECHO POR: EGETCOC. EIRL

Contenido de humedad	49 kN/m <sup>2</sup>		98 kN/m <sup>2</sup>		147 kN/m <sup>2</sup>	
	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
Tara N°	T-01	T-02	T-03	T-04	T-05	T-06
Peso de tara (g)	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0	60.0
Peso de tara + suelo húmedo (g)	226.0	231.9	226.0	231.9	226.0	231.9
peso de tara + suelo seco (g)	203.4	203.4	203.4	203.4	203.4	203.4
% de Humedad	10.00	14.00	10.00	14.00	10.00	14.00

Esfuerzo Normal (kN/m<sup>2</sup>)      Esfuerzo de Corte (kN/m<sup>2</sup>)

49	21.670
98	34.450
147	49.640

C	7.283	kN/m <sup>2</sup>
φ	15.9	Grados





# EGETCOC

**OBRA:** "INFLUENCIA DE UN NUEVO SISTEMA DE SANEAMIENTO DE AGUA PLUVIAL PARA MEJORAR EL ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNDAC - 2022"

**SOLICITA:** LESLY DAYAN ATANACIO PAULINO  
**LUGAR:** YANACANCHA

## CAPACIDAD PORTANTE C-2

B =	1.20	[m]	$\phi$ =	15.93	[°]	$\alpha$ =	0.00	
L =	1.20	[m]	$\delta$ =	0.00	[°]	$\gamma$ =	19.05	[kN/m <sup>3</sup> ]
D =	1.50	[m]	$\beta$ =	0.00	[°]	$q_v$ =	0.00	[kN/m <sup>2</sup> ]
ecc.B =	0.00	[m]	$\eta$ =	0.00	[°]	$q_o$ =	0.00	[kN/m <sup>2</sup> ]
ecc.L =	0.00	[m]	c =	0.074	[Kg/cm <sup>2</sup> ]	FS =	3.00	

Meyerhof:	Vesic:	Hansen:	Terzaghi:
Nq = 4.30566936	Nq = 4.30566936	Nq = 4.30566936	Nq = 4.446
Nc = 11.5825836	Nc = 11.5825836	Nc = 11.5825836	Nc = 12.861
Ng = 1.355770311	Ng = 3.02847607	Ng = 1.41515705	Ng = 2.919

Factor de forma	Factor de forma	Factor de forma	Factor de forma
sc = 1.351299604	sc = 1.37173652	sc = 1.37173652	sc = 1
sq = sg = 1.175649802	sq = 1.2854	sq = 1.2854	sg = 1
	sg = 0.6	sg = 0.6	

LEYENDA

Factores de profundidad	Factores de profundidad	Factores de profundidad
dc = 1.33133235	dc = 1.00872526	dc = 1.00872526
dq = dg = 1.165666175	dq = 1.01151317	dq = 1.01151317
	dg = 1	dg = 1

- B = Ancho de la cimentación
- L = Longitud de la cimentación
- D = Profundidad de la cimentación
- ecc.B = Excentricidad en B
- ecc.L = Excentricidad en L
- $\phi$  = Angulo de fricción
- $\delta$  = A. inclinacion del terreno de fundación.
- $\beta$  = A. inclinación de la carga
- $\eta$  = Inclinación de la cimentación
- c = Cohesión
- $\alpha$  = Adhesión a la base de la fundación
- $\gamma$  = Peso específico del suelo
- $q_v$  = Comp. Vertical de la carga
- $q_h$  = Comp. Horizontal de la carga
- Kp = Coeficiente de empuje pasivo
- Af = Area efectiva de la cimentación
- FS = Factor de seguridad
- q = Capacidad portante

Factor de inclinación	Factor de inclinación	Factor de inclinación
ic = iq = 1	ic = 1	ic = 1
ig = 1	iq = 1	iq = 1
	ig = 1	ig = 1

Kp = 1.756498022	F. inclin. Cimentación	F. inclin. Cimentación
	bc = 1	bc = 1
	bq = bg = 1	bq = 1
		bg = 1

F. d'inclin. Terreno	F. d'inclin. Terreno
gc = 1	gc = 1
gq = gg = 1	gq = gg = 1

Capacidad Portante:	Capacidad Portante:	Capacidad Portante:	Capacidad Portante:
$q_{ult}$ = 341.63	$q_{ult}$ = 277.80	$q_{ult}$ = 277.80	$q_{ult}$ = 254.10 [kN/m <sup>2</sup> ]
q = 491.94	q = 400.04	q = 400.04	q = 365.90 [kN]
$Q_{amm}$ = 113.88	$Q_{amm}$ = 92.60	$Q_{amm}$ = 92.60	$Q_{amm}$ = 84.70 [kN/m <sup>2</sup> ]

Capacidad Portante:	
$q_{ult}$ =	2.59 [kg/cm <sup>2</sup> ]
q =	37310.52 [kg]
$Q_{amm}$ =	0.86 [kg/cm <sup>2</sup> ]



**PANEL FOTOGRÁFICO**



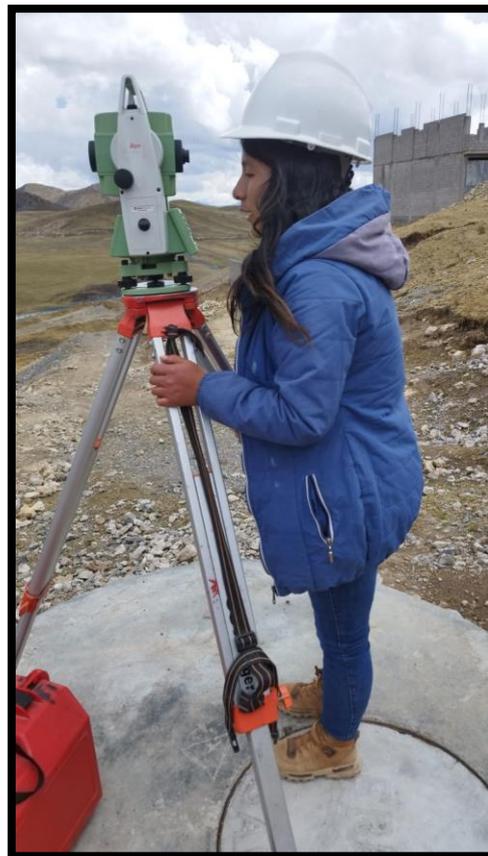
*Fotografía: 1: Inicio del estudio topográfico en la ciudad universitaria UNDAC*



*Fotografía: 2: Materiales utilizados para el levantamiento topográfico*



Fotografía: 3: Identificación de la zona a intervenir



Fotografía: 4: Realizando el levantamiento topográfico