



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución - 4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>





**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Tesis

# **Diseño Hidráulico de Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la IIEE Emblemática Jiménez Pimentel Tarapoto**

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autores:**

**Leen Michael Culqui Pilco**

<https://orcid.org/0000-0001-7786-8463>

**Jhojan Andre Tapia Vásquez**

<https://orcid.org/0000-0002-8715-6985>

**Asesor:**

**Ing. M.Sc. Jorge Isaacs Rioja Díaz**

<https://orcid.org/0000-0001-7667-9716>

**Tarapoto, Perú**

**2022**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Tesis**

**Diseño Hidráulico de Sistema de aprovechamiento  
de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la  
IIEE Emblemática Jiménez Pimentel Tarapoto**

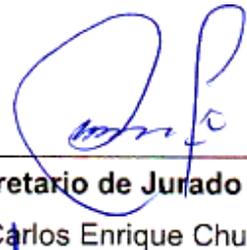
Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

**Autores:**

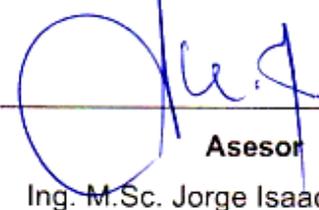
Leen Michael Culqui Pilco  
Jhojan Andre Tapia Vásquez

**Sustentada y aprobada el 29 de diciembre del 2022, ante el honorable jurado:**

  
\_\_\_\_\_  
**Presidente de Jurado**  
Ing. M.Sc. Victor Eduardo Samamé Zatta

  
\_\_\_\_\_  
**Secretario de Jurado**  
Ing. M.Sc. Carlos Enrique Chung Rojas

  
\_\_\_\_\_  
**Vocal de Jurado**  
Ing. M.Sc. Carlos Segundo Huamán Torrejón

  
\_\_\_\_\_  
**Asesor**  
Ing. M.Sc. Jorge Isaac Rioja Díaz

**Tarapoto, Perú**  
**2022**



Acta de sustentación de trabajos de investigación conducentes a grados y títulos N° .....750.....

Jurado reconocido con Resolución N° 203-2022-UNSM/FICA-CF-NLU

Facultad de ingeniería Civil y Arquitectura, Escuela profesional de Ingeniería Civil / Programa de posgrado

A las 11:00 am del 29 de diciembre del 2022, inició al acto de público de sustentación del trabajo de investigación denominada: "DISEÑO HIDRÁULICO DE SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES PARA AHORRAR AGUA POTABLE EN LA HIEE EMBLEMÁTICA JIMÉNEZ PIMENTEL TARAPOTO", para optar el título de INGENIERO CIVIL, presentado por los Bachilleres: LEEN MICHAEL CULQUI PILCO y JOHAN ANDRE TAPIA VÁSQUEZ,, con la asesoría del ING. M.SC. JORGE ISAAC RIOJA DÍAZ, Instalada la Mesa Directiva conformada por el Ing. M. Sc. VICTOR EDUARDO SAMAME ZATTA (presidente del jurado), Ing. M. Sc. CARLOS ENRIQUE CHUNG ROJAS (secretario), Ing. M. Sc. CARLOS SEGUNDO HUAMÁN TORREJÓN (vocal), y acompañados por ING. M. SC. JORGE ISAAC RIOJA DÍAZ (asesor); el presidente del jurado dirigió brevemente unas palabras a continuación el secretario dio lectura a la Circular N° 049-2022-UNSM/FICA

Seguidamente el autor expuesto el trabajo de investigación y el jurado realizó las preguntas pertinentes, respondidas por el sustentante y eventualmente, con la venia del jurado, por el asesor.

Una vez terminada la ronda de preguntas al jurado procedió a deliberar para determinar la calificación final, para lo cual dispuso un receso de quince (15) minutos, con participación del asesor con voz, pero sin voto; sin la presencia del sustentante y otros participantes del acto público.

Luego de aplicar los criterios de calificación con estricta observancia del principio de objetividad y de acuerdo con los puntajes en escala vigesimal (de 0 a 20), según el Anexo

De acuerdo con el Artículo 40° del RG – CTI, la nota obtenida es **DIECISÉIS (16)** y correspondiente a la calificación de **APROBADO**.

Se deja constancia que la presente acta se inscribe en el Libro de Sustentaciones N° 750... De Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Firman los Integrantes de la Mesa Directiva y el autor del trabajo de investigación en señal de conformidad, dando por concluido el acto a las 12:30 pm hora el mismo día de 29 de diciembre de 2022.

Vertical list of handwritten signatures on the left margin.

Signature and stamp of the Secretary of the Jury (Secretario de Jurado).

Signature and stamp of the President of the Jury (Presidente del Jurado).

Signature and stamp of a Jury Member (Vocal del Jurado).

Signature and stamp of the Advisor (Asesor).

## Declaratoria de autenticidad

**Leen Michael Culqui Pilco**, con DNI N° 70780963 y **Jhojan Andre Tapia Vásquez**, con DNI N° 71836252, bachilleres de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, autores de la tesis titulada: **Diseño Hidráulico de Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la IIEE Emblemática Jiménez Pimentel Tarapoto.**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencias de las fuentes bibliográficas consultadas.
3. Toda la información que contiene la tesis no ha sido auto plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 29 de diciembre del 2022.

  
  
.....  
**Leen Michael Culqui Pilco**  
DNI N° 70780963

  
  
.....  
**Jhojan Andre Tapia Vásquez**  
DNI N° 71836252

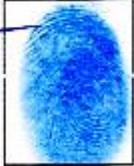
## Declaración Jurada

**Leen Michael Culqui Pilco**, con DNI N° 70780963, domicilio legal en la Av. Bellavista S/N Carhuapoma, San Rafael, Bellavista y **Jhojan Andre Tapia Vásquez**, con DNI N° 71836252, domicilio legal en el Jr. Bolívar S/N Cdra 4, Rioja, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional de San Martín, **Declaramos Bajo Juramento** que, toda la documentación y todos los datos e información de la presente tesis, que acompañamos es verás y auténtica.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 29 de diciembre del 2022.

  
  
.....  
**Leen Michael Culqui Pilco**  
DNI N° 70780963

  
  
.....  
**Jhojan Andre Tapia Vásquez**  
DNI N° 71836252

## Ficha de identificación

|  |   |
|--|---|
| <p><b>Título del proyecto:</b> Diseño Hidráulico de Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la IIEE Emblemática Jiménez Pimentel Tarapoto</p> | <p><b>Área de investigación:</b> Fluidos e Hidráulica</p> <p><b>Línea de investigación:</b> Estrategias de tecnologías de información y comunicación (TIC) y sistemas constructivos convencionales y no convencionales para el desarrollo sostenible.</p> <p><b>Sublínea de investigación:</b> Infraestructura hidráulica con fines socio-productivos.</p> <p><b>Grupo de investigación:</b> Resolución N°095-2022-UNSM/FICA-CF-NLU</p> <p><b>Tipo de investigación:</b><br/> <a href="#">Básica</a> x, <a href="#">Aplicada</a> <input type="checkbox"/>, <a href="#">Desarrollo experimental</a> <input type="checkbox"/></p> |
|--|---|

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Asesor:</b></p> <p>Ing. Msc. Jorge Isaacs Rioja Díaz</p> | <p><b>Dependencia local de soporte:</b></p> <p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.<br/>         Escuela Profesional de Ingeniería Civil<br/>         Unidad o Laboratorio de suelos.</p> <p><a href="https://orcid.org/0000-0001-7667-9716">https://orcid.org/0000-0001-7667-9716</a></p> |
|--|--|

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Autores:</b></p> <p>Culqui Pilco Leen Michael</p> <p>Tapia Vásquez Jhojan Andre</p> | <p>Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.<br/>         Escuela Profesional de Ingeniería Civil.</p> <p><a href="https://orcid.org/0000-0001-7786-8463">https://orcid.org/0000-0001-7786-8463</a></p> <p>Escuela Profesional de Ingeniería Civil.<br/> <a href="https://orcid.org/0000-0002-8715-6985">https://orcid.org/0000-0002-8715-6985</a></p> |
|---|---|

## **Dedicatoria**

A DIOS OMNIPOTENTE, por ser quien me ilumina y me da la fuerza necesaria para realizar una de mis metas. De una manera muy especial a mis padres NORBIL y GLADIS por su amor infinito, su apoyo, sus consejos y por su confianza puesta en mí, por motivarme cada día durante el trayecto de mi proyecto que todo es posible cuando hay esfuerzo y dedicación.

**Jhojan Andre Tapia Vásquez**

A Dios por darme vida y salud, a mi familia, en especial a mi madre Lucía, por ser la principal tomadora de decisiones y tener la máxima fe en mí, y a los amigos en general por darme el impulso para seguir adelante ante obstáculos Agradezco que me hayas mostrado cómo manejar los desafíos sin volverme loco o rendirme.

**Leen Michael Culqui Pilco**

## **Agradecimiento**

Por acogerme en su alma mater, la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, y por comparar mis estudios en cuanto a su aplicación al mundo real, teórico y laboral durante mi desarrollo profesional.

A mis padres por ayudarme a crecer como persona inculcándome moral y valores, fijándome objetivos y manteniendo la motivación en este arduo camino de vida para poder cumplir mis sueños, lo cual es motivo de orgullo para ustedes mis amados padres.

Quiero agradecer a mis padres por su apoyo inquebrantable y sus esfuerzos diligentes en mi nombre a lo largo de todas las decisiones de mi carrera. Además de mi familia por alentarme a seguir adelante, también quiero agradecer a los maestros que dedicaron el tiempo y brindaron la instrucción necesaria para nuestro desarrollo profesional. Finalmente, quiero agradecer a Dios, cuya guía permitió que las lecciones que aprendí de mis padres se mantuvieran vigentes a lo largo de mi vida.

## Índice general

|  |    |
|--|----|
| Ficha de identificación .....                                | 7  |
| Dedicatoria .....  | 8  |
| Agradecimiento.....  | 9  |
| Índice general .....   | 10 |
| Índice de tablas.....  | 12 |
| Índice de figuras .....                                      | 13 |
| RESUMEN.....   | 14 |
| ABSTRACT .....   | 15 |
| CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN.....              | 15 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO .....                              | 18 |
| 2.1.    Antecedentes de la investigación .....               | 18 |
| 2.2.    Fundamentos teóricos .....                           | 22 |
| 2.3.    Definición de Términos Básicos .....                 | 42 |
| CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....                      | 44 |
| 3.1.    Ámbito y condiciones de la investigación .....       | 44 |
| 3.1.1.  Ubicación política .....                             | 44 |
| 3.1.2.  Ubicación geográfica.....                            | 44 |
| 3.1.3.  Periodo de ejecución .....                           | 45 |
| 3.1.4.  Autorizaciones y permisos.....                       | 45 |
| 3.1.5.  Control ambiental y protocolos de bioseguridad.....  | 45 |
| 3.1.6.  Aplicación de principios éticos internacionales..... | 45 |
| 3.2.    Sistema de variables .....                           | 46 |
| 3.2.1.  Variables principales .....                          | 46 |
| 3.3.    Procedimientos de la investigación.....              | 47 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....                     | 48 |
| 4.1.    Resultado específico 1 .....                         | 48 |
| 4.2.    Resultado específico 2 .....                         | 49 |

|  |    |
|--|----|
|  | 11 |
| 4.3. Resultado específico 3 .....  | 51 |
| 4.4. Resultado objetivo general .....  | 52 |
| CONCLUSIONES .....   | 53 |
| RECOMENDACIONES.....   | 54 |
| REFERENCIAS BIBLIORÁFICAS .....  | 55 |
| ANEXOS.....  | 57 |
| Anexo 1. Matriz de Consistencia.....   | 57 |
| Anexo 2. ZONIFICACIÓN Y MÓDULOS DE RECOLECCIÓN DE AGUA PLUVIAL<br>.....            | 58 |
| Anexo 3: ENCUESTA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES .....                                | 65 |
| Anexo 4: PLANOS DEL SISTEMA PLANTEADO EN LA IIEE JIMENEZ<br>PIMENTEL-TARAPOTO..... | 67 |

## Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Coeficientes de escorrentia.....  | 32 |
| Tabla 2. Dotación de agua para locales educacionales .....   | 34 |
| Tabla 3. Dimensiones de un tanque cisterna marca rotoplas.....   | 39 |
| Tabla 4. <i>Descripción de variables por objetivo específico 1</i> .....   | 46 |
| Tabla 5. <i>Descripción de variables por objetivo específico 2</i> .....   | 46 |
| Tabla 6. <i>Descripción de variables por objetivo específico 3</i> .....   | 47 |
| Tabla 7. Resultados Objetivo Específico 1.....   | 48 |
| Tabla 8. <i>Oferta mensual de toda la IIEE Jiménez Pimentel Tarapoto</i> .....   | 49 |
| Tabla 9. <i>Demanda de agua diaria en la IIEE Jiménez Pimentel 2022</i> .....  | 49 |
| Tabla 10. <i>Demanda mensual de agua en la Institución Educativa Jiménez Pimentel 2022</i> .....                               | 50 |
| Tabla 11. <i>Áreas de captación por sistema de aprovisionamiento de aguas pluviales (m3) en la IIEE Jiménez Pimentel</i> ..... | 51 |
| Tabla 12. <i>Oferta anual por sistema de aprovisionamiento de aguas pluviales (m3) en la IIEE Jiménez Pimentel</i> .....       | 51 |

## Índice de figuras

|   |           |
|---|-----------|
| Figura 1. Esquema de un sistema de Aprovechamiento de Aguas Pluviales.....                                | 23        |
| Figura 2. Esquema de un sistema de Aprovechamiento de Aguas Pluviales.....                                | 24        |
| Figura 3. Jerarquía de las necesidades del agua.....  | 35        |
| Figura 4. Dimensiones de un Tanque Cisterna Marca Rotoplas. ....  | 40        |
| Figura 5. Mapa del distrito de Tarapoto. ....   | 44        |
| Figura 6. Distritos de la Provincia de San Martín .....   | 44        |
| Figura 7. Ubicación de la Provincia de San Martín en la Región San Martín .....                           | 44        |
| Figura 8. Ubicación de la Región de San Martín en el Perú.....  | 44        |
| <i>Figura 9. Demanda mensual de agua en la Institución Educativa Jiménez Pimentel</i><br><i>2022.....</i> | <i>50</i> |

## RESUMEN

Esta tesis con objetivo de proponer un diseño hidráulico de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en le IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022. Investigación de tipo aplicada, descriptivo propositivo y no experimental. La muestra estuvo representada por las aguas pluviales y potable en la Institución Educativa. La técnica aplicada fue la observación directa, el instrumento fue la ficha de observación. Los resultados muestran que, la oferta hídrica anual de agua pluvial en toda la Institución es de 5,578.29 m<sup>3</sup>, pero solo 5,563.22 m<sup>3</sup> son aprovechados, es decir, el 99.73 %. La demanda de agua diaria en la Institución Educativa Jiménez Pimentel de Tarapoto es de 21.32 m<sup>3</sup>/día, lo que conlleva a existir una demanda anual de 7,779.98 m<sup>3</sup>. Se llegó a concluir que, El potencial anual de ahorro de agua es del 71,51 %, justificando que este porcentaje ayudará en el abastecimiento de agua a la Institución Educativa Jiménez Pimentel de Tarapoto, lo que le permitirá también ahorrar desde un punto de vista económico.

**Palabras clave:** agua pluvial, diseño hidráulico, sistema de aprovechamiento.

## ABSTRACT

The objective of this thesis is to propose a hydraulic design of a rainwater harvesting system to save drinking water in the IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022. The research was applied, descriptive, propositional and non-experimental. The sample was represented by rainwater and drinking water in the Educational Institution. The results show that the annual rainwater supply in the entire institution is 5,578.29 m<sup>3</sup>, but only 5,563.22 m<sup>3</sup> are used, which represents 99.73%. The daily water demand in the Jiménez Pimentel Educational Institution of Tarapoto is 21.32 m<sup>3</sup>/day, which leads to an annual demand of 7,779.98 m<sup>3</sup>. It was concluded that the annual water savings potential is 71.51%, justifying that this percentage will help in the supply of water to the Jiménez Pimentel Educational Institution of Tarapoto, which will also allow it to save from an economic perspective.

**Keywords:** rainwater, hydraulic design, harvesting system.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN A LA INVESTIGACIÓN

Demanda/oferta es una relación que se amplía con el pasar del tiempo, esto se debe al notable desarrollo de la población ya la reducción de las reservas de agua accesibles para nuestra utilización. Por lo tanto, en la actualidad, buscando limitar la escasez de agua potable, se optó por racionalizarlo, centrándose en los fines en los que de verdad se espera que el agua sea servible para consumo humano, como la protección del bienestar personal, la cocción de alimentos y aseo individual.

Por otra parte, se deben cumplir diferentes propósitos aquí y allá en relación al uso del agua, y se consideró reutilizar las aguas residuales. Sin embargo, esta interacción o uso es más refinada y requiere una mayor inversión, ya que el agua tendría que pasar por diferentes ciclos que la limpian hasta convertirla en un elemento reutilizable. La siguiente propuesta comprendió el aprovechamiento del agua gratis que da el agua cuando llueve, para esta situación, por el sistema de precipitaciones que tenemos (Tarapoto), es abundante en contraste con los distritos desérticos. Agregando que el marco sistémico con el que se propone explotar esta fuente es bastante más factible desde el punto de vista financiero que para la otra opción anterior.

Posteriormente, se optó por investigar cuánto puede aportar un sistema de captación de agua al ahorro de agua potable. Dándole beneficios, por ejemplo, un plan ideal impulsado por presión del tanque de acopio y también de las tuberías de conexión y difusión, así como sistemas que pueden viabilizar la apropiación del agua, como el marco de revés (indirecto) o el marco hidroneumático.

La Institución educativa emblemática Juan Jiménez Pimentel es la más grande de la región San Martín, tiene problemas de drenaje, cuando llueve sufre de inundaciones incontrolables, por eso es necesario realizar este aprovechamiento integral y reducir costos, en beneficio de la población estudiantil.

Frente a esta realidad problemática nos hemos planteado el siguiente problema: ¿Cómo un diseño hidráulico de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales puede contribuir al ahorro de agua potable en la Institución educativa emblemática Juan Jiménez Pimentel de la Ciudad de Tarapoto?

El proyecto de investigación se realizó en la ciudad de Tarapoto, localizado en la provincia y la región San Martín. Contando con una población beneficiada de 654

estudiantes aproximadamente. Se efectuaron estudios, como: Estudio Hidrológico en base a información real. Esta información será obtenida de los registros pluviométricos del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), donde se consigan los valores máximos de precipitación de 24 horas.

En base a ésta información se realizaron cálculos que permitieron determinar cálculos hidrológicos, hidráulicos y estructural (con los resultados del estudio de suelo – capacidad portante)), así mismo nos hemos concentrado en desarrollar una simulación en la aplicación del software SewerGems, esta herramienta nos permite modelar de manera conjunta o separada redes de aguas de lluvias, aguas residuales y combinados que podamos realizar, análisis hidrológico y Diseño de redes, así mismo, permite adaptarse a cualquier tipo de instalación., aportando además, con las entidades competentes, proporcionando información técnica para en un futuro llevar a cabo proyectos de inversión pública.

Este trabajo se justificó de forma teórica donde los tipos de uso del agua en el espacio son valiosos ya que el agua es un componente que florece, dado el sistema común que conoce el área. Además, una revisión que avance en el uso vital y agradable de este activo comprende un compromiso hipotético vital. También se obtuvo una justificación práctica, ya que el diseño propuesto probablemente puede recrearse a diferentes escalas y con costos justificables después de un tiempo en la conservación de agua potable, en estructuras, localizadas en regiones con un sistema pluvial comparable o significativamente superior que el nuestro. Además, de este modo, este estudio también ayudará a toda la comunidad en su conjunto.

En la parte de justificación académica, por ser Política de la Universidad Nacional de San Martín, todo estudiante egresado tramite el título en base a un trabajo de investigación, producto de asignaturas de investigación desarrolladas en la curricular de la escuela profesional de Ingeniería Civil, facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Es debido que, en la justificación metodológica, donde se aprobaron y utilizaron metodologías, estándares especializados e hipótesis para el análisis de los datos, que adquieren significación estratégica para la investigación de registros de precipitación en el espacio del IIEE JJP. También lo busca para el proceso de configuración del sistema, dentro de este se encuentran los trabajos de captación, conducción, acopio y dispersión.

Por último, tiene justificación en lo que respecta a la viabilidad, se justifica por la sencillez de adquirir el componente fluido, comparándolos con los desconcertantes sistemas que nos proveen de agua potable. El origen del agua que se propone utilizar tiene abundantes elementos en el área de la Institución Educativa Jiménez Pimentel,

que tiene un sistema de precipitación más o menos normal y constante. Esta propuesta, sumada al uso esencial que se planteó, disminuirá los costos del Colegio y legitimará el gasto que hará concebible el reconocimiento de este propósito.

Dentro de los objetivos planteados, tenemos como objetivo general: Proponer un diseño hidráulico de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022. Este objetivo se desagregó en los siguientes objetivos específicos:

- a) Identificar la oferta hídrica a través del estudio de las precipitaciones pluviales en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.
- b) Identificar la demanda de agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.
- c) Evaluar el potencial de ahorro de agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.

Ahora, teniendo en consideración que los resultados de nuestro proyecto de investigación, servirá de gran ayuda a la IIEE, porque permitirá conducir las aguas pluviales de manera segura a un tanque elevado para posteriormente dar uso la misma en los sanitarios y así reducir así significativamente el consumo de agua potable. La hipótesis alterna del estudio quedó definida como; La propuesta del diseño hidráulico del sistema de aprovechamiento de aguas pluviales permitiría el ahorro de agua potable en la Institución Educativa Jiménez Pimental de Tarapoto.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **Internacionales**

En África recientemente ha habido un rápido desarrollo de sistemas de recolección de agua, completando proyectos importantes en diversos países como Zimbabue, Tanzania, Mozambique y Sudáfrica; En Suráfrica, el ciclo no cambia con la misma velocidad, debido a variables como la baja precipitación, la disminución de la superficie de los techos impermeabilizados, sin perjuicio del importante gasto de construcción de los entramados, considerando los niveles salariales de las personas (Anaya, 2009).

En Asia:

New Dheli y Chennai son comunidades urbanas en las que son obligatorios los mecanismos de aprovechamiento de agua (Anaya, 2009).

Mientras que, en Bangladesh, debido a que las aguas ocultas son contaminadas con arsénico, la variedad de agua nace como una opción para su almacenamiento. Aproximadamente a partir de 1977, la ONG Encuentro para el Abastecimiento de Agua Potable y la Esterilización ha introducido en el país alrededor de 1.000 estructuras colectoras de agua. El agua guardada se utiliza para beber y cocinar, se reconoce protegida y es utilizada progresivamente por los clientes del barrio (Anaya, 2009).

En tanto, China igualmente experimenta escasez de agua, donde es más intensa en el nivel de Gansu Loess, esta es quizás la región más desafortunada de ese país asiático, en la que el desbordamiento y el agua son extremadamente limitados, donde el aguacero es la principal alternativa de presencia de agua; En consecuencia, a partir de 1988 se han ensayado estrategias productivas de recolección de agua y de 1995 a 1996, el gobierno local ha ejecutado la tarea denominada "121" de recolección de agua, ayudando de manera económica a las familias para fabricar un espacio de cultivo de agua, dos acopios y un suelo apto para urbanizar (Anaya, 2009).

En Estados Unidos de Norte América, son aproximadamente mayor a 1.000.000 de seres humanos que hacen uso de mecanismos de recolección de aguas de lluvia, proporcionando ese líquido elemental para fines hogareños, agrios, económicos o modernos (Anaya, 2009).

A principios de los años 1900, en Texas muchos ocupantes construyeron depósitos y estructuras de captación, no obstante, ante la llegada de las estructuras de circulación de aguas superficiales, estas pasaron a ser obsoletas; No obstante, después de 15 años ha habido un interés renovado en este tipo de sistema, actualmente alrededor de 15,000 están en funcionamiento en todo Texas. El poder público sustenta esta acción a partir de la difusión de instrucciones para el establecimiento de estrategias de captación de agua, así como la elaboración de un consejo particular para la evaluación de los marcos y la prohibición de cargos locales por este tipo de innovación. Una de las principales asociaciones para la selección y aprovechamiento de obras hidráulicas en este expreso, la Asociación Americana de Sistemas de Captación de Agua (ARCSA) (Anaya, 2009).

Por el centro de América: Para ser más exactos en el país mexicano, provincia de Guanajuato, en el distrito respaldado íntegramente por la División de Innovación Agropecuaria y Alimentaria del Tecnológico de Monterrey, impulsó el plan "Agua y Vida", que inició en 1996. La principal mejora mecánica fue un marco de cosecha de agua que tiene un almacenamiento con un límite de 500 m<sup>3</sup> y una zona de acopio que está protegida con losa. Este proyecto de acompañamiento se basó en los límites de la región, denominándose "Techo Cuenca" y está hecho de dos techos inclinados que participan de un canal que está asociado a una línea que dirige el agua a un tanque que tiene como capacidad de almacenamiento 285 m<sup>3</sup>. Los centros de educación básicos cuentan con recursos y equipos que funcionan como mecanismos de captación de agua que se utilizan para descargar letrinas, limpiar pisos y baños, y jardines de agua (Anaya, 2009).

En el sur de América: En Brasil, diferentes ONG y asociaciones naturales trabajan para suministrar agua para uso humano utilizando sistema de recolección de agua. En la zona este superior de Brasil con un ambiente semiseco, donde la precipitación típica anual difiere de 200 a 1000 mm; La población local ha recolectado habitualmente agua en pozos sumergidos con ayuda del brazo en las rocas, sin embargo, este sistema no aborda los problemas humanos, razón por la que los organismos no gubernamentales y parte del gobierno brasileño crearon y ejecutaron un plan de fabricación de 1.000.000 tanques de almacenamiento de agua, para ayudar aproximadamente a 5 millones de ciudadanos. No obstante, en comunidades urbanas, la autoridad pública empieza a exigir la ejecución de sistemas o mecanismos que capten y distribuyan agua en los techos que tienen una base superior a 500 m<sup>2</sup>. A razón de la expansión en el uso y la falta de suministro, estos sistemas de recolección de agua se están volviendo más conocidos. Una ilustración más que muestra bastante interés en capturar el desbordamiento de aguas pluviales en el país brasilero fue la producción de la Relación

Brasileña de Marcos de Recolección de Agua, establecida en finales del siglo XX (Anaya, 2009).

### **Antecedentes Nacionales**

**Laura, S (2016). Puno:** tuvo como objetivo evaluar la capacidad predictiva de los métodos de estimación del comportamiento mecánico de los suelos lacustres de la bahía de Puno, fines aprovechamiento integral de aguas de lluvia, para cimentaciones superficiales. Presenta el siguiente resumen.

Encontró suelos lacustres finos y firmes, creados primordialmente por la precipitación de suelos finos trasladados, y la creciente necesidad de alojamiento y espacios para construir diferentes obras ha traído consigo problemas de administración del suelo frente a los montones forzados por los nuevos diseños. Para construir los diseños sobre el terreno en la ensenada de Puno, se espera que los ingenieros cuenten con amplia información sobre el comportamiento mecánico de los suelos del lago cercano. El comportamiento mecánico del lodo, para la planificación y desarrollo de establecimientos superficiales, tiene como objetivo decidir la carga máxima admisible, comunicada a través del límite portante del lodo, que no provoque roturas irrazonables del suelo o torcimientos que influyan el funcionamiento típico y satisfactorio de las estructuras de soporte. Objetivo: Evaluar el límite profético de las estrategias de evaluación del comportamiento mecánico de los suelos lacustres de la Estrecha de Puno para establecimientos someros, mediante el uso de técnicas y técnicas accesibles. Técnica: Se realizó un levantamiento bibliográfico sobre los estándares de la mecánica de suelos para describir y percibir un suelo lacustre compresible delicado, estrategias y técnicas para el cálculo del límite portante, generalmente utilizadas para la planificación de establecimientos. Además, se realizaron ensayos del centro de investigación para describir y determinar las propiedades de los suelos lacustres del estrecho de Puno. A la luz de los resultados de la investigación, se realizaron cálculos hipotéticos del límite portante de los suelos lacustres de la ensenada de Puno. Además, hubo pruebas en modelos a escala real con zapatas colocadas en el fondo del lago de la angosta de Puno. Resultados: Hay presencia de suelos lacustres en la ensenada de Puno, con sustancia materia natural, que tienen poca oposición a cortante y son compresibles, creando asentamientos inseguros para las estructuras que pudieran proyectarse en las cercanías. Además, los datos hipotéticos como los ensayos a escala real muestran que el estándar predominante para decidir el límite de carga es el de la deformabilidad de la suciedad. Además, se resolvió que las estructuras con 1,00 m de base cuadrada pueden sostener 1 piso de altura y las estructuras con 1,50 m de base cuadrada pueden sostener

2 pisos. Asimismo, se resolvió que las estrategias de obstrucción pueden utilizarse con una disminución del valor determinado y que la técnica más prescrita para calcular el límite de carga es la combinación de una capa (edométrica).

**Ravines, J A (2017): Cajamarca:** realizó una tesis denominada: capacidad portante de los suelos de fundación, para aprovechamiento de aguas servidas, con los métodos dpl y corte directo para la ciudad de José Gálvez – Celendín – Cajamarca; presenta el siguiente resumen.

Estudio que fue realizado en la Ciudad de José Gálvez, Sector Celendín, Local Cajamarca. fue determinar el límite portante de los suelos de asentamiento de la ciudad de José Gálvez, territorio de Celendín, rama Cajamarca, mediante ensayos DPL y Corte Directo. La especulación fue que el límite portante mediante el ensayo DPL es 30% más notable que el límite portante del ensayo de Cortante Inmediato, para los suelos de establecimiento de la ciudad de José Gálvez - Celendín - Cajamarca. Se realizaron diez pruebas de corte directo y diez pruebas de DPL para decidir las cualidades físicas, sintéticas y mecánicas de los suelos del establecimiento. Para probar la especulación utilizando la técnica DPL, se observó que existe un contraste entre los límites de carga obtenidos por las dos estrategias, con una variedad en algún lugar en el rango de 0.53 y 1.20 kg/cm<sup>2</sup> y la cantidad de golpes difiere en algún lugar en el rango de 7 y 16. por separado y mediante la estrategia de Corte Inmediato, la variedad se localizó en algún lugar en el rango de 0.84 y 0.96 kg/cm<sup>2</sup>. Del mismo modo, la geotecnia 04 no está grabada en piedra. Por fin razonamos que la estrategia a utilizar en el diseño de obras es el Ensayo de Corte Inmediato ya que nos da resultados más fiables.

### **Antecedentes Locales**

**Delgado José & Sánchez Lleny (2003)**, habla en su proyecto de tesis: **Diseño Hidráulico y Estructural del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano del Sector Progreso, Banda de Shilcayo**. Este proyecto aporta un detalle preciso sobre el análisis de un diseño de estructura relacionado a proyectos de alcantarillado.

**Baquerizo, C D. (2015). Nueva Cajamarca:** Estudio geotécnico de suelos para la construcción del complejo deportivo, alcanzando drenajes pluviales. Nueva Cajamarca.

El autor realizó la investigación en el área circundante, donde se proyecta el desarrollo de un complejo lúdico y deportivo con la identidad de que se encontraría sobre depósitos normales de suelos que contienen diatomeas (suelos de diatomeas) los cuales se describen por tener mecánicas físicas y novedosas, que no siguen las relaciones obtenidas y reconocidas para la mayoría de los suelos. Las diatomeas son instancias

notables de materiales normales en miniatura y nanoestructurados que pueden influir en las propiedades de los suelos, considerando sus atributos extraordinarios, se realizó la revisión geotécnica donde se prevé el desarrollo del complejo, el cual comprendió la evaluación especializada del paisaje, pruebas de campo y examen de suelos para ensayos de instalaciones de investigación, para establecer los estados base de ser de los suelos a considerar en el plano de los establecimientos.

## **2.2. Fundamentos teóricos**

El agua surge como la mejor lucha internacional de este siglo, debido a que es normal que en el 2025 el interés por este componente fundamental para la existencia humana supere en su mayor parte al límite permitido. La batalla es entre las personas que aceptan que el agua debe ser vista como un activo lucrativo y las personas que dicen que es un elemento nacional vinculado con el derecho a la vida. La extensión del poder público y los aparatos legales también son importantes para esta batalla.

Recordemos que el avance de los dominios extraordinarios de la época clásica se debió a la forma en que supieron hacer uso de este líquido elemental. Existen modelos genuinos, en Roma los sistemas de agua, el Agua Appia, en el Tahuantinsuyo las trincheras, en Egipto los terraplenes, etc. Sin embargo, nunca nos convendría dejar de recordar cómo implosionaron estos dominios, fue fundamentalmente por la chapuza de sus bienes y de sus gobernantes.

El tema indica que vamos por un destino similar. Este siglo será básico para el destino de los seres humanos, teniendo todo en cuenta. Efectivamente, con la calidad de sociedad que tenemos, hemos sido incapaces, mecánica y socialmente, de trabajar con el acceso al agua para un gran número de individuos, que no se acercan a un lugar protegido, sólido y bebible. fuente de agua, es más, habría que agregar que donde existe agua potable se presta lamentable ayuda, sumado al importante gasto, la legitimación de esta y además la profanación que disminuye su accesibilidad.

Cuanto más crece la población, se requiere más agua, en uso privado (para la limpieza individual, para mantenerse al día con el bienestar, para enjuagar alimentos, etc.), en el área moderna (en el ciclo de creación de gaseosas, variedades de alimentos empaquetados, montaje de hormigón, elaboración de metales, etc.), en el agro (para la creación de más alimentos) y en la generación de energía (para la era hidroeléctrica o para actuar como componente de refrigeración en la era energética de formas alternas), de esta manera el agua se convierte en una etapa temprana, fundamental y componente fundamental para el giro de los acontecimientos y la mantenibilidad de la vida.

En muchos lugares, el problema no es la falta de agua fresca, sino la falla y circulación de las fuentes de agua y sus sistemas. La gran mayoría del agua nueva es usada en la horticultura, en donde una suma significativa no es controlable en el proceso del sistema de agua. Más de la mitad de las estructuras de los sistemas operan de forma derrochadora, entonces, la mayor parte que se extrae se pierde, se desvanece y regresa a su punto de anclaje del río mediante las precipitaciones pluviales. Aquí media el proyecto propuesto, ya que el agua es siempre vista como un problema para las estructuras, generalmente necesitamos hacer un marco de salida de agua, sin embargo, tiende a ser utilizada de manera útil a pesar de las deficiencias de agua potable mejorando su uso.

La empresa Aqua España representa un marco de captación de agua destinado a una estructura, que es aprobado bajo un marco de captación, acopio y transporte. Además, sugiere diferentes estudios que se puede darle al agua, por ejemplo:

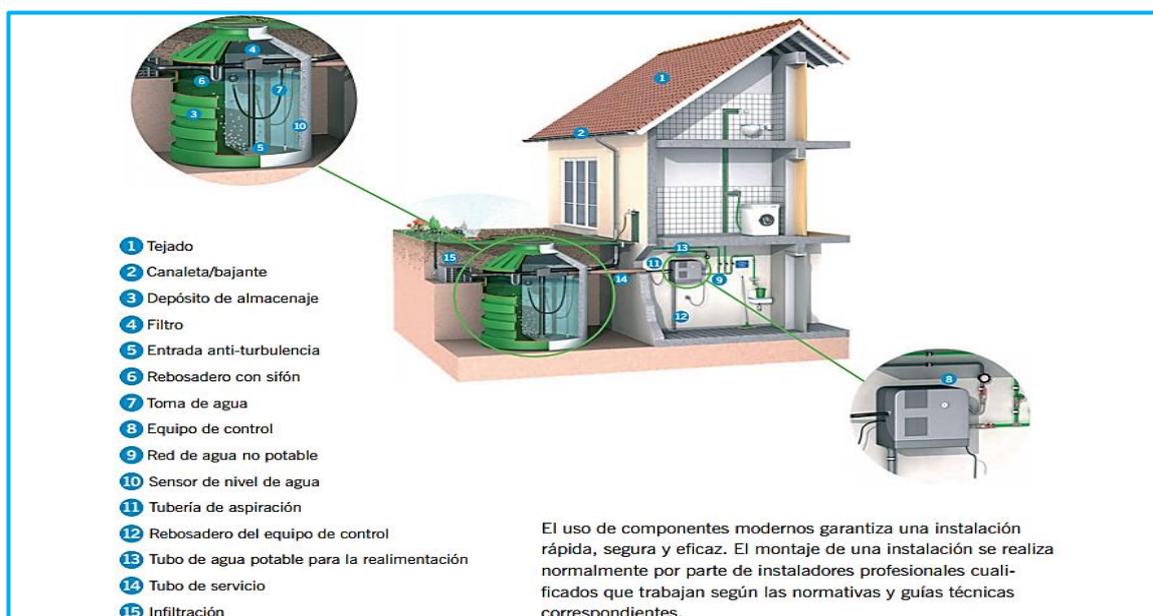
Para la parte interna de las construcciones (Aqua España, 2010)

Cisternas de inodoros.

Lavado de los suelos.

Lavadora.

El agua de lluvia debe estar de acuerdo con las pautas de calidad del agua de lavado con respecto a la regulación pública y los mandatos europeos apropiados. Del mismo modo, se rechazan casos específicos, por ejemplo, comunidades clínicas, sociales y de conveniencia para mayores y para bebés y formación esencial (Aqua España, 2010)



**Figura 1.** Esquema de un sistema de Aprovechamiento de Aguas Pluviales.

FUENTE: Aqua España, "Guía Técnica de Aprovechamiento de Aguas Pluviales en Edificios", 2010.

Para las partes externas de las construcciones (Aqua España, 2010).

Riego para jardines.

Limpieza del suelo.

Limpieza de unidades motorizadas.

Para usos técnicos e industriales (Aqua España, 2010).

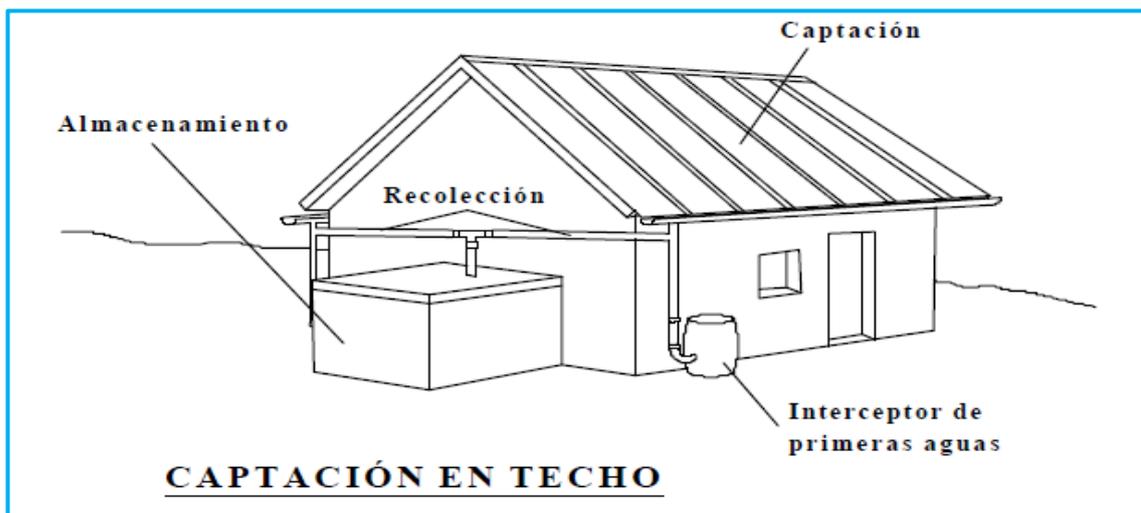
Se sugiere una revisión por uso:

Lavado de planos y vehículos modernos.

Depósito con capacidad de agua contra problemas con fuego.

: a) captación; b) recolección y conducción; c) interceptor; y d) almacenamiento”.

**Captación.** - Está compuesta por la parte superior de la estructura, la cual debe tener la superficie de ajuste e inclinación para trabajar con el derrame de agua en el marco de surtido. Para resolver el problema, se considera solo la influencia del nivel del techo (Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente [CEPIS], 2001)



**Figura 2.** Esquema de un sistema de Aprovechamiento de Aguas Pluviales.

FUENTE: Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, “*Guía de Diseño para captación del Agua de Lluvia*”, 2001.

**Recolección y Conducción.** - Es pieza fundamental del SCAPT porque conduce el agua recogida por el tejado directamente al depósito de capacidad. Se componen de drenajes que se unen a los bordes inferiores de la azotea, donde el agua generalmente se acumula mucho antes de que caiga al suelo antes de caer al suelo (CEPIS, 2001)

**Interceptor.** - Llamado también dispositivo de liberación del agua principal proveniente del lavado de la azotea y que contiene todos los materiales que se encuentran en ella a

la hora del inicio del aguacero. Este dispositivo evita que el material no deseado entre en el tanque de capacidad y, en consecuencia, limita la contaminación del agua guardada y la que se guardará más tarde.

**Almacenamiento.** - Es el trabajo destinado a juntar la cantidad de agua necesaria para el uso diario de las personas que se benefician de este sistema, especialmente durante el período de sequía.

**Ciclo hidrológico.** - Se caracteriza como "Un conjunto de cambios que experimenta el agua en la Naturaleza, tanto en su estado (fuerte, fluida y vaporosa) como en su estructura (aguas superficiales, subterráneas, etc.)" (Chereque, 1989) Por otra parte, "el ciclo hidrológico no es en absoluto normal, un inverso notable. Un ejemplo de esto son los períodos de sequía e inundaciones a los que estamos tan aclimatados en el país. Básicamente, constantemente tenemos problemas de períodos secos en ciertos lugares y problemas de inundación en otros". El ciclo hidrológico es totalmente esporádico, y justamente contra estas anomalías el hombre lucha.

**Agua potable.** - Según lo indicado por la Dirección General de Bienestar Natural del Servicio de Bienestar (2011), el agua potable se caracteriza como "Agua apta para el aprovechamiento humano y para todos los usos domésticos continuos, incluida la limpieza individual".

En este sentido, según la Dirección General de Fortalezas Naturales del Servicio de Bienestar (2011), para ajustarse a las necesidades fijadas en el lineamiento antes mencionado, las aguas almacenadas que serán enviadas para el uso de la población, pasan por diferentes procesos físicos y ciclos sintéticos, mediante los cuales se elimina el material en suspensión, así como las partículas, a través de decantadores y canales, para finalmente ser limpiados por cloración, con lo que se borran los últimos microorganismos que aún puedan encontrarse en el agua.

Para las razones de esta exploración, trabajaremos con la razón de acompañamiento sugerida por Pacheco (2008): "Para fines específicos, el agua no tiene por qué satisfacer esta multitud de necesidades y basta con pasar por unos ciclos reales como la decantación y filtración, ya que la grave emergencia que acecha al planeta en cuanto a su accesibilidad exige nuestra inventiva y obligación social para rastrear arreglos electivos".

**Precipitación pluvial.** - Se caracteriza como "toda clase de humedad, que, partiendo de las brumas, llega a la superficie del mundo" (Chereque, 1989). Según esta definición, los aguaceros, granizadas, chubascos y nevadas son varios tipos de precipitación con una peculiaridad similar. Por otra parte, debe tenerse en cuenta que este proyecto

planea funcionar solo con aguacero y llovizna, ya que las granizadas y las nevadas requerirían un ciclo de descongelación y eso está más allá de las limitaciones de esta investigación.

**Tipos de Precipitación.** - La precipitación se organiza en tres grupos, como lo indican los factores responsables de elevar el aire que tiende al enfriamiento fundamental para que ocurra la precipitación, que se muestran:

**Precipitaciones convectivas.** - Se producen por la subida de aire caliente más ligero que el aire viral de los factores ambientales. Los contrastes de temperatura pueden ser esencialmente el efecto secundario del calentamiento diferencial (Chereque, 1989)

**Precipitaciones orográficas.** – Es resultado de la promoción de aire cálido hacia una cordillera. Los distritos que quedan en el lado opuesto de las montañas pueden experimentar los efectos nocivos de la escasez de aguaceros”, ya que cada una de las neblinas son atrapadas y alentadas como una ocurrencia tardía de su origen (Chereque, 1989)

**Precipitaciones ciclónicas.** - Ocurren cuando hay acumulación de oleajes de varias temperaturas: las más humeantes se dirigen hacia las partes más destacadas donde se precipitan (Chereque, 1989, p. 16).

**Cambio climático.** - El ciclo hidrológico de la región no está del todo grabado por circunstancias mundiales o provinciales: posición (alcance, elevación), sol fuerte, territorio, geografía, t variedad de suelo, cobertura vegetal, entre diferentes variables. Ante el pronunciamiento del cambio ambiental, caracterizado por temperaturas terrestres normales que aumentan, la escasez de agua se está volviendo más intensos en numerosas regiones del mundo. Siendo solo un poco de los cambios potenciales en el ciclo hidrológico provocados por la transformación ambiental (FAO, 2013):

Disminución de la precipitación anual completa.

Disminución en la cantidad de aguaceros ocasionales (circulación más esporádica).

Expansión en la acción de la precipitación, con potencial exacerbación de los inconvenientes (inundaciones y desintegración del suelo).

Aumento de la velocidad de desbordamiento por disminución de las fuertes precipitaciones (nieve).

Evapotranspiración expandida, lo que contribuiría a mantener a la tierra en un estado árido.

Disminución de la reactivación de las aguas subterráneas con el resultante descenso de sus grados.

Más notable arrastre de limo.

Contaminación ampliada debido al límite inferior de debilitamiento de efluentes y corrientes (residuos fluidos modernos).

En esta situación, las actividades para capturar y utilizar el agua adquieren una importancia cada vez mayor.

### **Aplicaciones**

Pacheco (2008) constata que los intercambios, generalmente no simples, entre redes, fundaciones escolares, ONG, especialistas y organizaciones de generosos, lograron trazar una primera clase de propósitos y ejercicios de agua, (...). Los usos de flujo del agua son:

1. De cosecha propia y útil.
2. Limpieza y limpieza.
3. Garantía de tazones.
4. Poder de los alimentos.
5. Protección del suelo.
6. Primavera reactivar.
7. Conservación de ambientes vitales.
8. Sistemas de protección contra fiascos y reconstrucción post-catástrofe.
9. Propósitos representativos vivos y consagrados.

Según Pacheco (2008) los diferentes fines del agua tienen sugerencias monetarias, sociales, sociales y de orientación en:

1. Definición de enfoques, planes, proyectos y emprendimientos.
2. Cambios en la conducta para estimar el gran público y disminuir el despilfarro.
3. Valoración de la información aduanera y vecinal sobre el hábitat habitual.
4. Prueba reconocible de innovaciones y materiales del vecindario.
5. Preparación de nuevos intercambios que produzcan salario y trabajo.
6. Mudanzas y oficios de innovación.
7. Formalización de asociaciones sociales de jefes de agua.

8. Poner en el mismo peso los fines del agua por edades, orientación, equidad e incapacidades.

9. Observación y evaluación de efectos en la mantenibilidad metropolitana y provincial.

Ventajas e inconvenientes de la siega de agua

Según la organización Hydro Worldwide, los beneficios de la recolección de agua son:

#### **Económicos** (Citado en Hidro Soluciones pluviales, s.f.)

1. El agua es un activo libre de gasto y de facilidad manejo. Generalmente impecable que tiene la capacidad de ser utilizado en ejercicios que no necesitan su utilización.
2. Disminución de los abusos en el precio de agua tratada canalizada por la disminución de su utilización, ya sea en letrinas, para lavado (prendas), sistema de agua de viveros o rendimientos, entre diferentes resultados concebibles.

#### **Medioambientales**

1. Volver a energizar los resortes agotados.
2. Protección de depósitos de agua potable (arroyos, lagos, humedales)
3. Promueve una cultura de protección y aprovechamiento ideal del agua.

#### **Sociales**

1. Reducir la cantidad volumétrica de agua que ingresa a la red de filtraciones conjunta (estériles y pluviales), impidiendo que se sumerja y disminuyendo problemas de diferentes proyectos.
2. Disminuir el uso energía y sustancias sintéticas importantes para hacerla al agua consumible por el ser humano, además de disminuir el costo creado por mover y tratar las aguas residuales en zonas muy alejadas de la ciudad central.
3. Disminuir la cantidad de agua consumible utilizada en aplicaciones no consumibles (estéril) o para uso humano (riego de jardines).
4. A pesar de que los beneficios son varios, la organización Hydro Global nos hace saber que también es importante demostrar que las estructuras colectoras de agua tienen algunos inconvenientes, por ejemplo:
  - Dependencia directa de la cantidad de precipitación introducida en la región.

- El establecimiento de marcos suficientes aborda una empresa subyacente que requiere un par de años para dar sus frutos.
- Alerta con la probable afectación del líquido elemental por materia o criaturas naturales, por la que pasa por un ciclo de aseo antes de guardarse en una zona protegida y muy segura.

### **Análisis de los datos pluviométricos**

"Las precipitaciones en el nivel del agua estimadas con instrumentos como los pluviómetros cambian comenzando con un punto, luego al siguiente y, en un lugar similar, comenzando con un momento y luego al siguiente. Estas estimaciones comprenden una enorme disposición de información, que debe examinarse y combinarse en un par de valores que son más sensibles y sencillos de usar en proyectos hidromotores, por lo que se utiliza la Medición, recogiendo un modelo numérico que aborda la forma de comportarse del aguacero en el lugar de estudio" (Chereque, 1989)

### **Determinación de la precipitación de diseño**

La información de precipitación para un área es en su mayor parte lo que cualquiera podría esperar encontrar en los puntos medios de mes a mes de las administraciones de condiciones climáticas. El número total de años en los que se ha recopilado la información es variable, dependiendo de la temporada de soporte de la estación meteorológica. En efecto, incluso con numerosos tramos largos de percepción (al menos 10), lo normal es un valor de referencia insuficiente debido a que la precipitación que realmente ocurre todos los años durante el mes considerado supera la mitad normal del tiempo (superación de la mitad o P50) y está por debajo de la mitad del tiempo (FAO, 2013).

En áreas donde la fluctuación de la precipitación es alta, no es recomendable usar la media, especialmente en lugares semisecos y húmedos, donde la acumulación de aguaceros se usa más y la inestabilidad de la lluvia es generalmente elevada. Siendo mejor utilizar un valor cual selección evento sea superior a la mitad, en dependencia de los indicadores locales de la lluvia, el tipo de propósito y el contexto de insolvencia. En su mayor parte, cuanto más grave sea el problema de escasez y la necesidad del tipo de propósito, menos inseguro es el volumen de agua accesible. El uso de un valor que supere el 75% (P75), por ejemplo, pretende que en el 75 % de los años, la lluvia supere la idea de estima. El volumen de lluvia útil utilizando un exceso de la mitad es fundamental para diseñar el tamaño del modelo de recepción encaminada a satisfacer la necesidad por una razón específica. Si se piensa en un valor que no sucede constantemente, la cantidad de agua recolectada no será suficiente para cubrir con la

solicitud. En circunstancias donde hay más confianza en la información o donde la variabilidad es poca, es posible usar excedencias en el rango de 50 y 75%. Corriendo contra la norma, en circunstancias de fluctuación excepcionalmente alta y debilidad del agua, sería fascinante trabajar con probabilidades mucho más altas, del 80 o 90% (FAO, 2013).

Un método de sentido común para evaluar el valor supuesto de P75 es tomar el valor típico de las cualidades que no es exactamente el normal general. Además, independientemente de si el valor de P75 está por debajo de la media general (P50 = 137,9 mm), regular la accesibilidad de agua utilizando P75 hace posible garantizar que esta precipitación realmente suceda. (Critchley y Siegert, 1996) sugieren una estrategia básica en la medición del volumen de las precipitaciones para varios grados de probabilidad con los datos de la lluvia en orden decreciente. Este segmento de cualidades decrecientes está numerado expandiéndose de 1 a N percepciones (10, para esta situación). La probabilidad de cada valor se determina a través de la relación (FAO, 2013).

$$P\% = \frac{m - 0.375}{N + 0.25} \times 100$$

**Donde:**

P: Probabilidad en %.

N: Número total de observaciones.

m: Número de orden.

**Desviación estándar**

Para Chereque (1989) es calculada por la siguiente fórmula:

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum(x - xp)^2}{n - 1}}$$

**Donde:**

Sx: Desviación común de las lluvias al año.

Xp: Media de las precipitaciones anuales.

X: Unidad de precipitación anual de registro.

n: Longitud del registro en años.

**1. Coeficiente de variabilidad (Y<sub>x</sub>)**

(Chereque, 1989) lo calcula usando:

$$Y_x = \frac{S_x}{X_p} \times 100$$

Por otra parte, debe recordarse que el valor nos da una idea de la dispersión o varianza de los datos analizados y nos ayudará a elegir la probabilidad, como continúa la FAO en la sección adjunta:

Cuanto más notable sea la fluctuación de la precipitación en un área determinada, más destacada será la distinción en algún lugar en el rango de P50 y P75 y más destacada será la necesidad de pensar en un número de años más notable y probabilidades más notables que P50 al organizar la accesibilidad al agua (FAO, 2013)

El manejo estadístico de los datos de precipitación, o al menos, la investigación de su forma de comportarse según lo indicado por un modelo numérico, sólo es concebible cuando los datos cumplen estos tres requisitos previos: son completos, predecibles y de extensión adecuada. Por ello, un dato pluviométrico previo a ser concentrado en su conducta debe ser explorado en estos tres puntos de vista (Chereque, 1989, pág. 21)

### **Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales**

De acuerdo a la empresa Aqua España (2010) el aprovechamiento del agua se concreta en 4 avances sumamente funcionales:

- a) Toma de agua mediante la canalización.
- b) Filtración de agua para desarrollar aún más la calidad del agua y prevenir la pudrición durante la capacidad.
- c) Capacidad de agua en tanques, que pueden ser subterráneos o por todos los medios.
- d) Conducción de agua para que sea reutilizable mediante sifones externos o rebajados.

## **1. Captación**

### **1.1. Superficies de captación de aguas pluviales.**

De acuerdo a la organización Water España (2010), son aquellas en las que, salvo las actividades de mantenimiento, no sean tolerables. De acuerdo con una perspectiva cuantitativa, todas las superficies de surtido adecuadas pueden utilizarse y son subjetivamente razonables. El plano de las inclinaciones de las cubiertas, de los entramados de filtraciones, así como de los canales deberá realizarse de acuerdo con la normativa constructiva especializada en vigor.

Asimismo, afirma que estas superficies podrían ser diferentes y se debe pensar en el impacto que producen sobre el agua captada a nivel cuantitativo y subjetivo. A nivel subjetivo, se deben considerar las condicionantes de cubiertas verdes (compromiso de suplementos), cubiertas negras (compromiso de hidrocarburos) o cubiertas metálicas (compromiso de partículas metálicas), así como los límites que marcan las guías particulares de tejados. fibrocemento o asbesto. A nivel numérico, comunicando su productividad:

**Tabla 1**  
*Coeficientes de escorrentia*

| MATERIAL                  | COEF. DE ESCORRENTIA |
|---------------------------|----------------------|
| Tejado duro inclinado     | 0,8 a 0,9            |
| Tejado plano sin gravilla | 0,8                  |
| Tejado plano con gravilla | 0,6                  |
| Tejado verde              | 0,3 a 0,5            |
| Superficie empedrada      | 0,5 a 0,8            |
| Revestimiento asfáltico   | 0,8 a 0,9            |

FUENTE: AQUA España, *“Guía Técnica de Aprovechamiento de Aguas Pluviales en Edificios”*

### **Conducciones / canales**

Los instrumentos de elaboración de los drenes no deben ser rápidamente alterable ni cambiar cualquiera que sea la naturaleza del agua embarcada, sugiriendo la utilización de materiales reciclables. Asimismo, los drenes o líneas verticales pueden establecerse dentro o fuera de las estructuras. Sobre las líneas interiores, se debe considerar su apertura para trabajos de apoyo en lugares clave y sin perjuicio de lo establecido por las normas y directrices vigentes en cada momento (Aqua España, 2010).

### **Filtración**

Water España (2010) lo describe: antes de entrar en los tanques de capacidad, se debe separar el agua para evitar el paso de tierra a los tanques de capacidad que puede causar fallas en el marco y/o deteriorar la naturaleza de los mismos. apartar el agua. Los canales que se utilizan para el agua proveniente de los techos y patios no pueden, como se esperaba, limpiar el agua sucia de las calles y áreas de estacionamiento.

Por otra parte, el CEPIS (2001) brinda una opción monetaria para los casos en los que hay superficies variadas que presentan pocos elementos que tienen la posibilidad de perjudicar el agua (en cuanto a la situación en estudio, donde hay altas techos, y las hojas de los árboles no pueden juntarse, por otra parte, la entrada a los techos es problemática, lo que asegura que no habrá tráfico de personas, además de en eventos,

cuando se completan los ejercicios de apoyo), es el establecimiento de interceptor tanques, que en su ayuda los caracteriza de la siguiente manera:

Llamado también dispositivo de liberación del agua principal proveniente del lavado de la azotea y que contiene todos los materiales que se encuentran en ella a la hora del inicio del aguacero. Evita que el recurso molesto entre al recipiente de capacidad y, en consecuencia, limita la contaminación del agua guardada y la que se guardará más tarde.

### **Almacenamiento**

El acopio de agua tiene como objetivo agregar agua con las mejores certificaciones de calidad:

### **Criterios fundamentales para la elección de la cisterna**

Para la empresa Aqua España (2019) se listan los criterios:

1. El agua debe guardarse en el depósito recién separada y limpia de toda suciedad. El almacenamiento debe ser solo para uso en un marco de reutilización de agua. El material del depósito no debe modificarse independientemente de la naturaleza del agua almacenada.
2. El reservorio debe protegerse de la luz y la intensidad tanto como razonablemente se pueda esperar. Se sugiere el establecimiento de reservorios cubiertos, que ofrezcan la forma más eficiente de conservar el agua (garantía de intensidad y luz). A tener en consideración si la región es aceptable y tener en cuenta las ilustraciones del vendedor correspondiente, así como las medidas de seguridad e instalación de recursos tecnológicos. Debido a un depósito de superficie, debe estar constantemente oscuro y protegerlo tanto como se pueda esperar del calor.
3. Es imprescindible para la entrada de la vía al embalse para su revisión, limpieza o mantenimiento, así como para garantizar la contrarrestación del acceso de jóvenes.
4. Debe ser factible desmontar cada una de las piezas introducidas en el interior del depósito en caso de desperfecto.
5. El depósito debe estar protegido del paso de roedores.

### **Instalación**

Según Aqua España (2010) es recomendable:

1. El depósito debe tener una salida de inundación con un ancho equivalente o más prominente que el ancho de la tubería del canal de agua. La inundación debe estar situada a un nivel más bajo que el canal de agua.

2. En caso de introducir un marco de golfo de agua de la organización en el almacenamiento, debe cumplir con [las pautas de su país]. Se sugiere que el marco asegure la utilización básica concebible del agua de la red.
3. Para adaptarse a la naturaleza del agua dentro del almacenamiento, las piezas que lo acompañan son esenciales:
  - a) Uno o unos pocos canales razonables según lo indique la necesidad.
  - b) Deflector o contra bahía de aguas violentas.
  - c) Salida de inundación con sifón que incorpora seguro para evitar el paso de animales
  - d) Para eliminar el agua del almacenamiento, se requiere un colector de tracción a la deriva que conectaremos con el sifón de transporte.

### **Diseño del tanque de almacenamiento**

#### **Determinación de la precipitación de diseño y la oferta de agua de lluvia.**

Se determinará continuando con la técnica descrita en la sección de análisis de los datos de las precipitaciones.

#### **Determinación de la demanda**

El Ministerio de Vivienda (2006) en la Norma IS-010 determina que la disposición de agua para locales instructivos y viviendas suplentes está dada por:

**Tabla 2**

*Dotación de agua para locales educacionales*

| <b>TIPO DE LOCAL EDUCACIONAL</b> | <b>DOTACIÓN DIARIA</b> |
|----------------------------------|------------------------|
| Alumnado y personal no residente | 50 L por persona.      |
| Alumnado y personal residente.   | 200 L por persona      |

FUENTE: Ministerio de Vivienda, "*Reglamento Nacional de Edificaciones – norma IS-010 Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones*", 2006

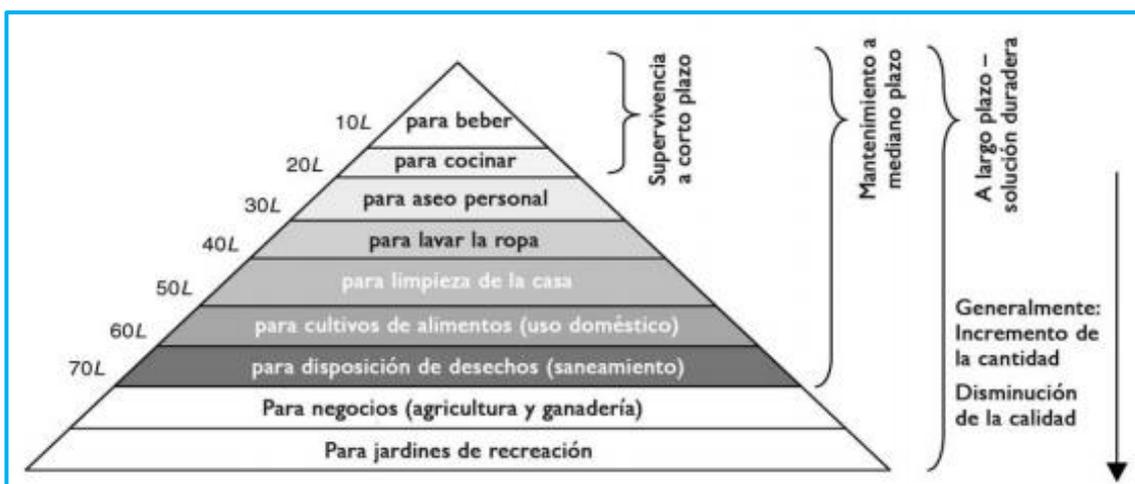
También determina que: Suponiendo que se compruebe la no presencia de estudios de utilización y su ejecución no sea legítima, básicamente para frameworks con asociaciones domiciliarias se considerará un enriquecimiento 200 l/hab/día, en ambientes frescos y 250 l/hab/día en ambientes templados y cálidos.

Para programas de alojamiento con parcelas con una superficie no exactamente o equivalente a 90 m<sup>2</sup>, las beneficios serán de 120 l/hab/día en clima frío y de 150 l/hab/día en clima tranquilo y cálido.

Sin perjuicio de lo anterior determinado en la norma del sistema operativo 100, según EMAPA San Martín S.A., organismo que abastece de agua a todo el territorio sanmartinense, la donación típica en la región analizada es de 161 Lt/Hab/día.

Por otra parte, en las designaciones determinadas sobre todos los fines propios se piensa en: urinarios, letrinas, fregaderos, duchas, vestuario, limpieza de pisos, cocina, bebida y riego de jardines. En cualquier caso, en este examen simplemente se espera realizar el enriquecimiento en usos donde el agua pueda suplantar con éxito al agua potable.

La OMS (2009) ordena progresivamente los propósitos del agua y su regalo según la perspectiva de preservación del bienestar en la figura 2.06. Teniendo en cuenta solo los propósitos normales en la región de revisión (beber, cocinar, aseo personal, limpiar la casa y retirar la basura), la utilidad general que se le puede dar al agua es para su eliminación, despilfarro (esterilización) y aborda alrededor del 38,89 % de la utilización absoluta.



**Figura 3.** Jerarquía de las necesidades del agua.

FUENTE: Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud, “Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud - Guía técnica N° 09: Cantidad mínima de agua necesaria para uso doméstico”, 2009.

Grandéz (2014), asume que: “El interés esperado por limpieza de letrinas (letrinas y urinarios) en el Personal de Diseño e Ingeniería Estructural de la UNSM es de 7,20 m<sup>3</sup>/día y para todo el año es de 2628,00 m<sup>3</sup>”. Por otro lado, espera que la dotación diaria de personal en las letrinas obtenga el 30 % de la dotación diaria total.

El CEPIS (2001) sostiene que: “De la suma esperada por individuo, se determina cuánta agua se espera para atender los problemas de la familia o familias a ser beneficiadas. cada uno de los meses”.

$$D_i = \frac{N_u \times N_d \times \text{Dot}}{1000} \text{ (2.4)}$$

**Donde:**

Nu: cantidad de usuarios beneficiarios.

Nd: cantidad de días al mes analizados

Dot: dotación (lt/persona\*día)

Di: demanda mensual (m3)

Fórmula:

$$D_i = \frac{N_u \times \text{Dot}}{1000} \text{ (2.5)}$$

**Determinación del volumen del tanque cisterna.**

CEPIS (2001) sostiene que: considerando los puntos medios de precipitación mes a mes de la relativa multitud de años evaluados, el material de la azotea y el coeficiente de desbordamiento, continuamos decidiendo cuánta agua se reunió para varias regiones de azoteas y cada mes.

$$A_i = \frac{P_{pi} \times C_e \times A_c}{1000} \text{ (2.6)}$$

**Donde:**

Ppi: media mensual de la precipitación (litros/m2)

Ce: coeficiente de escorrentía

Ac: área de captación (m2)

Ai: Suministro perteneciente al mes "i" (m3)

En este estudio, se definió de esta manera, ya que se realizó un análisis diario.

$$A_i = \frac{P_i \times C_e \times A_c}{1000} \text{ (2.7)}$$

**Donde:**

Pi: Lluvia diaria correspondiente al día "i" (litros/m2)

Ce: coeficiente de escorrentía

Ac: área de captación (m2)

$A_i$ : Abastecimiento correspondiente al día "i" (m3)

Hay varias estrategias para estimar los tanques de acopio y algunas se explican aquí:

**Método de Rippl** (Formagiarini et al., 2011):

En esta técnica, el volumen de agua que se recoge de la superficie de captación se deduce del interés por el agua en un lapso de tiempo similar. La distinción total positiva más extrema es el volumen del depósito para una certeza del 100 por ciento.

$$V_{ripppl} = \sum_{i=1}^d S \quad (2.8)$$

**Donde:**

$V_{ripppl}$ : Volumen del reservorio encontrado según método Rippl (Litros).

$d$ : Cantidad de días en el periodo estudiado.

$S$ : Resta de la demanda diaria de agua de lluvia y el volumen de agua recogida en la superficie (Litros).

**Método de Azevedo Neto** (Formagiarini, Munarim, & Ghisi, 2011):

De acuerdo a la ecuación:

$$V_{an} = 0.0042xP_a xAxT \quad (2.9)$$

**Donde:**

$V_{an}$ : Volumen del reservorio en litros.

$P_a$ : Media anual de precipitación pluviométrica (mm/año = Lt/m<sup>2</sup> por año).

$A$ : Área de Captación (m<sup>2</sup>).

$T$ : Número de meses de poca lluvia o sequía (adimensional).

**Método Práctico Alemán** (Formagiarini, Munarim, & Ghisi, 2011):

Es una técnica de observación según lo indicado por la cual se toma la menor de las cualidades acompañantes para el volumen del depósito: 6% del volumen anual de utilización o 6% del volumen anual de precipitación utilizada.

$$V_{adoptado} = \min(V, D)x0.06 \quad (2.10)$$

**Método Práctico Inglés** (Formagiarini et al., 2011):

Se explica por sí mismo con la siguiente ecuación:

$$V = 0.05xPxA \quad (2.11)$$

**Método Práctico Australiano** (Formagiarini et al., 2011):

$$Q = \frac{AxCx(P - I)}{1000} \text{ (2.12)}$$

**Método recomendado por el Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente.**

En vista de las cualidades adquiridas en la garantía de la tasa de agua mensual y el suministro de agua mensual, continuamos asegurando el valor acumulado de cada uno de ellos paso a paso, encabezados constantemente por las precipitaciones o agua más importantes. Luego, continuamos calculando la distinción de las ventajas acumuladas de cada uno de los largos tramos de interés de mercado individualmente (CEPIS, 2001).

Las regiones del techo que conducen a contrastes agregados negativos en cualquiera de los meses del año se eliminan debido a que la región esperada no está equipada para captar la cantidad de agua solicitada por las personas más involucradas. La región del techo base se compara con el examen que da un contraste combinado casi nulo (0) y el volumen de almacenamiento se relaciona con la mayor distinción combinada. Las regiones con un techo más grande que la base darán mayor seguridad a las reservas de los interesados (Container American Community for Sterile Design and Natural Sciences, 2001). Se determina con la formula adjunta.

$$V_i = Aa_i - Da_i \text{ (2.13)}$$

Suponiendo que examinamos las técnicas anteriores, generalmente tienen en cuenta el tiempo que necesita para juntar el agua, en otras palabras, el volumen del reservorio cambia si tiene algún deseo de eliminar el agua durante una temporada tempestuosa similar o beberlo durante la estación seca será guardado, o tal vez las dos actividades se hacen al mismo tiempo, bebiendo y guardando el agua para periodos posteriores. En cuanto al último punto, Grandéz (2014) en su propuesta realiza un examen del día a día y espera que la utilización y capacidad de agua sea sincrónica y para el cómputo del volumen del tanque de acopio se sigue de la siguiente manera: Inicial, un volumen del tanque de capacidad, ya se solicita la información rumbo al día con mayor precipitación o aporte de agua y luego se procede a la solicitud habitual de los días, entonces el volumen de impulso en el primer día será equivalente al volumen del tanque aceptado, luego el equilibrio es la distinción entre volumen de caudal y demanda. Al día siguiente, el volumen en curso será el monto de la oferta incentivada en ese día más el equilibrio entre el día anterior y el equivalente terminado para cada día del año. El volumen del tanque de acopio será el que nos ofrezca el potencial de fondos de reserva de agua potable ideales. Además, cabe señalar que esta estimación depende de cómo se

duplique el suministro de agua, o por lo menos, cuando se agote el agua guardada, se llene en el futuro, pero con agua potable, para asegurar una reserva constante.

La plausibilidad y habilidad de la empresa, lo acepto, se basa esencialmente en conocer las medidas exactas de los tanques de almacenamiento, ya que es el componente más costoso y asume una parte decisiva en el cumplimiento de la necesidad. Luego, la combinación adecuada del volumen con el costo de la empresa generará una productividad ideal y, en general, un costo mínimo.

Algo importante a destacar es que no se espera que esta exploración suplante totalmente al agua potable, por lo que los aguaceros no serán la fuente principal, y se deben adoptar las medidas más seguras entre todos para no desperdiciar el agua.

Por otra parte, se caracteriza el valioso tema del tanque de acopio, en todo caso, concluyendo su área y si está cubierta o por todos los medios.

El siguiente es elegir si se basará en un lugar cercano o, por otro lado, si será un almacenamiento prefabricado. Además, en el tercer paso se elige el material de la cisterna.

Son materiales más usados en la construcción de un sistema de aprovechamiento:

a Concreto: Con este material la mayor parte de los tanques de capacidad trabajados se asientan en las cercanías. Son en general rectangulares y pueden tener cualquier volumen.

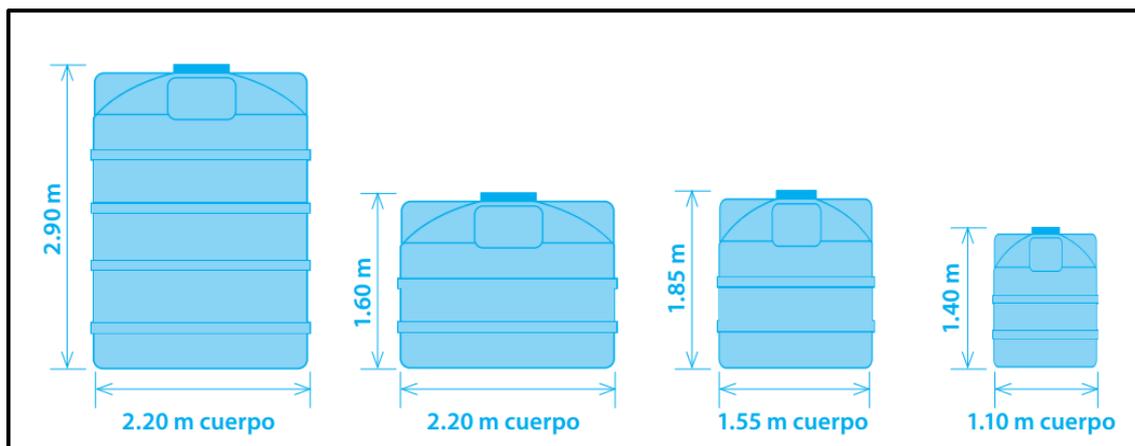
b Metales: Los tanques de almacenamiento de hierro electrificado generalmente se trabajan en la permanencia de la superficie del suelo y pueden fabricarse a pedido del cliente.

c Plástico: Los depósitos de plástico pueden ser cubiertos, semicubiertos o sobre la capa exterior del suelo. Por otra parte, no son difíciles de enviar e introducir, además de ser resistentes y adaptables. El creador de estos tanques de reserva, ROTOPLAS, ofrece los componentes complementarios de los tanques de almacenamiento disponibles:

**Tabla 3**

*Dimensiones de un tanque cisterna marca rotoplas*

| CAPACIDAD (L) | DIÁMETRO    | ALTURA |
|---------------|-------------|--------|
| 1 200         | 1.10/0.55 m | 1.40 m |
| 2 800         | 1.10/0.55 m | 1.85 m |
| 5 000         | 2.20/0.55 m | 1.50 m |
| 10 000        | 2.20/0.55 m | 2.90 m |



**Figura 4.** Dimensiones de un Tanque Cisterna Marca Rotoplas.

FUENTE: ROTOPLAS, "SOLUCIONES PARA ALMACENAMIENTO, Cisternas Equipadas, Manual de Instalación y Mantenimiento"

### Sistema de distribución

Los procesos de distribución orientan el agua hasta donde sea requerida. Los marcos incorporan líneas de agua e incluso productores de goteo. En algunos casos es importante un marco para conducir agua a lugares de abastecimiento donde no se puede asegurar el acopio por gravedad.

Este marco se compone de una unidad de sifón (única o múltiple según el interés determinado) y sus accesorios y equipo de control y dirección.

Para los motivos de este examen, se utilizó la estrategia Tracker, entendida por el Servicio de Hospedaje, a través de la Norma IS 010 Oficinas Estériles PARA Estructuras, que considera la medida de utilización sincrónica más plausible, la cual depende de la forma en que los concurrentes actividad de la multitud de dispositivos limpios de la misma rama y en la probabilidad de que con la expansión en la cantidad de dispositivos disminuya la actividad concurrente.

### Tipos de instalaciones de distribución

Para Aqua España (2010) son los siguientes:

- Por gravedad. En el punto en que el embalse se encuentra a un nivel superior al del acopio.
- En carga con electrobomba. Aquellos cual almacén se encuentre en un grado equivalente o superior al del marco de subida.
- En atracciones con electrobomba de superficie. Aquellos cual almacén esta localizado en una escala debajo de la altura del sistema. Es la más reconocida de las oficinas colectoras de agua. Para esta situación, se requiere el

establecimiento de un equipo de sifón de autotracción. Sin embargo, se sugiere instalar una válvula de pie en caso de que el dispositivo de tracción la excluya. Una variación es tirar con un sifón eléctrico secundario. En estos casos, también se puede introducir un subsifón en el interior del depósito de captación de agua que conduce de manera directa a los focos de almacenamiento o como sifón de intercambio a un lugar de dispersión.

Se sugiere, para lograr una larga y valiosa existencia del hardware, el uso de herramientas y recursos de desarrollo que no son vulnerables a elementos líquidos y explícitamente impermeables al consumo.

### **Tipos de redes de difusión**

Para la organización Water España (2010) existe los siguientes tipos de redes de dispersión son:

Las que no tienen respaldo de provisión

En situaciones donde el stock está restringido a la accesibilidad del agua en el almacenamiento. Las partes esenciales son: sifón eléctrico, herrajes de control de sifón eléctrico y marco de conducción a las provisiones.

Con garantía de suministro.

En situaciones en las que el stock deba estar asegurado en provisiones de manera consistente. Las partes fundamentales son: sifón eléctrico, herrajes de control de sifón eléctrico, tanque de atracciones, válvula de mira y marco de conducción a las disposiciones.

### **Elementos que forman parte la red de dispersión**

Para Aqua España (2010) son:

**Electrobomba.** La elección correcta de los equipos de elevación debe hacerse según las determinaciones del trabajo, siguiendo las medidas de máxima productividad y menor utilización. Pueden recordarse para focos de dispersión mediante establecimiento de arrastre contenido o introducirse de forma independiente.

**Depósito de aspiración.** Almacén en la que se suma y colecciona el agua procedente de la organización y del que se extraerá el sifón en su caso, cuando el grado de agua en el embalse no sea el adecuado para asegurar el acopio en los lugares de interés. Una válvula de tres vías o sistema comparativo debe garantizar el correcto intercambio programado de los dos depósitos de agua.

**Dispositivo de control de la electrobomba.** Debe ser representado por un marco de ubicación de continuidad y tensión o parecido para proporcionar una solicitud de parada o inicio según corresponda al uso del establecimiento. Este engranaje debe proteger el sifón eléctrico ante situaciones de actividades en seco.

**Válvula de retención:** La cual se debe introducir eventualmente aguas arriba del lugar de difusión suponiendo que el establecimiento sea del tipo "Pull con sifón eléctrico de superficie" en su variación de superficie.

**Proceso de conducción con llegada a los suministros.** Debe ser explícito para el agua. Para aislar las conexiones de agua potable de diferentes organizaciones no consumibles, se deben introducir dispositivos de desprendimiento real o de toma libre, que se deben recordar para las comunidades de transporte o se deben introducir explícitamente en diferentes casos.

En el caso de que la oficina no tenga una comunidad de difusión, se debe implementar un marco para identificar el interés del agua y distinguir el nivel actual del agua en el tanque. Para esta situación, el almacenamiento debe estar equipado con un cambio que restrinja la cantidad de agua de la organización para entrar en caso de que el grado de precipitación no sea el adecuado.

### 2.3. Definición de Términos Básicos

- a) **Agua pluvial y potable:** El agua es cualquier tipo de humedad que, partiendo de medio de las brumas, llega al área de la tierra. Mientras que el agua potable es para uso humano, o agua que se puede consumir sin limitación ya que, debido a una interacción de filtración, no aborda un riesgo para el bienestar. Desempeña muy bien con las pautas de calidad proclamadas por especialistas locales y mundiales.
- b) **Canaleta:** Componente que conduce el líquido agregado desde el área de acopio, que luego será coordinada mediante bajantes al canal para hacer ingreso al entramado de captura.
- c) **Ciclo hidrológico:** Modificaciones que sufre el agua en su estado sólido, fluido y vaporoso como en su estructura (aguas superficiales, aguas subterráneas, etc.).
- d) **Cisternas:** Recipientes para guardar agua.
- e) **Coefficiente de escorrentía:** Es el resultado de la manipulación de otras variables: el tipo de lluvia, la cantidad de esta, su fuerza y dispersión a largo plazo; de la humedad del suelo subyacente; el tipo de paisaje (granulometría,

superficie, elemento natural, nivel de fijación, inclinación, ayuda en miniatura, desagrado).

- f) **Demanda, dotación y oferta de agua:** La demanda es la cantidad que los clientes requieren obtener para cumplir con una necesidad específica de creación o aprovechamiento. Mientras que dotar agua significa la cantidad que se determina para cada ocupante y que incorpora la utilización de la multitud de administraciones, incluidas las desgracias, que se hace en un día normal del año, y la oferta es la cantidad accesible a la causa de provisión del líquido elemental.
- g) **Sumidero:** Componente real superficial y conductor por donde ingresa el agua a un entramado de reutilización del elemento elemental.
- h) **Provisión:** Darle a una persona lo que necesita.
- i) **Área de captación:** Plataforma donde se capta agua para ser usada en un marco de reutilización de agua de lluvia.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ámbito y condiciones de la investigación

##### 3.1.1. Ubicación política

El proyecto fue ejecutado en

- País : Perú
- Región: San Martín
- Provincia : San Martín
- Distrito: Tarapoto

##### 3.1.2. Ubicación geográfica.



**Figura 8.** Ubicación de la Región de San Martín en el Perú



**Figura 7.** Ubicación de la Provincia de San Martín en la Región San Martín



**Figura 6.** Distritos de la Provincia de San Martín



**Figura 5.** Mapa del distrito de Tarapoto.

### **3.1.3. Periodo de ejecución**

El periodo de ejecución del informe de proyecto de tesis se está considerando de (12) meses.

### **3.1.4. Autorizaciones y permisos**

No se necesitaron permisos ya q no se utilizó ensayos de laboratorio.

### **3.1.5. Control ambiental y protocolos de bioseguridad**

Cuando hablamos de control natural en la industria hidráulica, nos referimos a las condiciones dentro de una oficina a las que están expuestos los trabajadores, es decir, la calidad ecológica. Las diferentes pautas cambian dependiendo de la acción que sucede en el trabajo.

Se definen los controles y roles y responsabilidades de cada uno de los actores de bioseguridad participantes en el proyecto tales como: entidad contratante, contratistas, interventorías, director de obra, profesional de seguridad y salud en el trabajo, trabajadores de obra y supervisores, entre otros.

Adicional a la implementación de las medidas de bioseguridad para los trabajadores, establecidas en, los contratistas e interventores deben garantizar la implementación y cumplimiento de las siguientes: a) Control de actividades durante el día, b) Medidas de seguridad y salud en el trabajo, c) Capacitaciones de los trabajadores, d) Estrategias de comunicación.

### **3.1.6. Aplicación de principios éticos internacionales**

La importancia de la propuesta radica en las ramificaciones que tiene "ser o convertirse" en un erudito moral y en cuanto elaborado por los consejos, particularmente en el nivel de educación superior cuyas capacidades incluyen el reconocimiento o desaprobación de los estudiantes de doctorado a la luz de los proyectos de postulación que presentan, centrándose en puntos de vista morales.

La moral principalista, que se creó y consolidó en la parte final del siglo XX, constituye un referente fundamental en el amplio campo tópico de la moral experta, tanto a nivel general como por cuenta de disciplinas explícitas. No obstante, su elevado grado de reflexión y consenso, se ha convertido en un campo de orientación y traducción para la navegación moral, particularmente en la atención de los problemas y en la búsqueda de atenuar las conductas deshonestas que se han normalizado en los establecimientos y asociaciones.

### 3.2. Sistema de variables

#### 3.2.1. Variables principales

##### Variable independiente:

Diseño hidráulico de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales.

##### Variable dependiente:

Ahorro de agua potable en la Institución Educativa Jiménez Pimentel-Tarapoto.

##### Variables intervinientes:

Oferta de agua

Demanda de agua.

**Tabla 4**

*Descripción de variables por objetivo específico 1.*

| <b>Objetivo específico N.º 1:</b> Identificar la oferta hídrica a través del estudio de las precipitaciones pluviales en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022. |                          |                          |                         |
|---|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>Variable abstracta</b>   | <b>Variable concreta</b> | <b>Medio de registro</b> | <b>Unidad de medida</b> |
| Es el volumen de agua proveniente de las precipitaciones pluviales.   | Oferta hídrica           | Guía de observación      | Cuantitativo.           |

**Tabla 5**

*Descripción de variables por objetivo específico 2.*

| <b>Objetivo específico N.º 2:</b> Identificar la demanda de agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022. |                          |                          |                         |
|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>Variable abstracta</b>  | <b>Variable concreta</b> | <b>Medio de registro</b> | <b>Unidad de medida</b> |
| Cantidad y calidad que los usuarios están dispuestos a usar para sus requerimientos.                                 | Demanda de agua potable  | Guía de observación      | Cuantitativo.           |

**Tabla 6**

*Descripción de variables por objetivo específico 3.*

| <b>Objetivo específico N.º 2:</b> Evaluar el potencial de ahorro de agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.                         |                          |                          |                         |
|--|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| <b>Variable abstracta</b>  | <b>Variable concreta</b> | <b>Medio de registro</b> | <b>Unidad de medida</b> |
| Es la diferencia entre la oferta y la demanda de agua en la que interviene un diseño hidráulico de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales. | Ahorro de agua potable.  | Guía de observación      | Cuantitativo.           |

### **3.3. Procedimientos de la investigación.**

Se solicitará el permiso de la IIEE Emblemática Jiménez Pimentel Tarapoto para el acceso a sus ambientes y para la autorización de la ejecución de la investigación. Después de tener los permisos, se procederá a recolectar la información descriptiva de la presente investigación. Los datos recogidos, serán digitalizados para el análisis estadístico y la interpretación de los resultados. Los resultados nos permitirán analizar los procedimientos de recolección y aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable. De manera que se tendrá un panorama general del comportamiento de estas variables. Siendo oportuno poder, en base a esos resultados realizar una propuesta de mejora de aquellos procedimientos que muestran un nivel regular y deficiente. La propuesta incluirá el análisis encontrado y las actividades y tareas que se tienen que cumplir para mejorarlos. Por otro lado, para evaluar el costo – beneficio de la propuesta de mejora se tendrá que requerir el análisis y la validación por expertos, quienes mediante su aprobación y visto bueno darán entender que la propuesta cumple con la relación costo – beneficio y su aplicación en la institución educativa estará respaldada de modo que los resultados sean positivos para la empresa.

En tanto, para el análisis descriptivo se hará uso de la estadística descriptiva, en donde se usarán las medidas de tendencia central como la media, mediana y moda y medidas de dispersión como la varianza y desviación estándar. Para el análisis de los datos se usará la triangulación de la información lo que nos permitirá establecer los datos de una manera más exacta. Para el procesamiento de los datos se usarán software de Microsoft Excel 2019 y el software estadístico IBM SPSS Statistics v27, previa recolección de datos e información proporcionada por la muestra de estudio.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultado específico 1

Oferta hídrica mediante el estudio de las precipitaciones pluviales en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.

Para el cálculo de la oferta hídrica se consideró las precipitaciones pluviales diarias (mm) entre los años 2016 a 2021.

**Tabla 7**

*Resultados Objetivo Específico 1*

| Año        | Precipitación mensual en mm |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                |                | Suma            |
|------------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
|            | Enero                       | Febrero        | Marzo          | Abril          | Mayo           | Junio          | Julio          | Agosto         | Setiembre      | Octubre        | Noviembre      | Diciembre      |                 |
| 2011       | 90.11                       | 42.14          | 146.10         | 57.13          | 170.50         | 67.13          | 207.33         | 270.00         | 250.50         | 147.13         | 211.11         | 264.14         | 1923.32         |
| 2012       | 110.50                      | 126.20         | 268.17         | 161.11         | 110.50         | 197.25         | 174.20         | 231.10         | 157.10         | 207.50         | 99.13          | 71.33          | 1914.09         |
| 2013       | 121.25                      | 68.00          | 113.11         | 99.11          | 199.13         | 84.25          | 155.00         | 200.00         | 154.17         | 138.20         | 56.14          | 102.00         | 1490.36         |
| 2014       | 200.13                      | 103.10         | 140.11         | 194.10         | 280.14         | 132.11         | 268.00         | 233.00         | 51.13          | 73.20          | 192.00         | 253.11         | 2120.13         |
| 2015       | 267.33                      | 136.11         | 212.33         | 165.10         | 137.00         | 115.10         | 92.17          | 170.33         | 249.13         | 203.33         | 269.00         | 235.00         | 2251.93         |
| 2016       | 85.11                       | 102.13         | 48.00          | 57.13          | 138.33         | 194.00         | 50.17          | 62.50          | 214.00         | 187.13         | 178.14         | 149.33         | 1465.97         |
| 2017       | 238.10                      | 98.00          | 249.14         | 250.10         | 203.50         | 154.11         | 161.00         | 147.13         | 154.10         | 214.25         | 91.13          | 75.13          | 2035.69         |
| 2018       | 65.14                       | 255.00         | 124.14         | 77.13          | 260.25         | 205.11         | 243.10         | 106.14         | 269.13         | 274.00         | 210.25         | 51.14          | 2140.53         |
| 2019       | 243.33                      | 62.17          | 102.10         | 97.25          | 121.13         | 130.33         | 85.50          | 153.50         | 147.13         | 132.00         | 117.17         | 230.14         | 1621.75         |
| 2020       | 84.25                       | 42.11          | 235.11         | 121.10         | 214.10         | 142.11         | 73.17          | 220.00         | 143.17         | 236.20         | 223.13         | 219.00         | 1953.45         |
| 2021       | 129.11                      | 80.13          | 43.13          | 105.25         | 116.14         | 227.20         | 196.11         | 149.25         | 63.20          | 95.33          | 275.17         | 254.00         | 1734.02         |
| <b>Pro</b> | <b>1634.36</b>              | <b>1115.09</b> | <b>1681.44</b> | <b>1384.51</b> | <b>1950.72</b> | <b>1648.70</b> | <b>1705.75</b> | <b>1942.95</b> | <b>1852.76</b> | <b>1908.27</b> | <b>1922.37</b> | <b>1904.32</b> | <b>20651.24</b> |

Fuente: Datos propios del estudio

En donde la media de los 11 años fue igual a 156,45 mm. La desviación estándar fue igual a 71,53 y el coeficiente de variación igual a 46 %.

Asimismo, se presenta la oferta mensual de toda la IIEE Jiménez Pimentel.

**Tabla 8**

*Oferta mensual de toda la IIEE Jiménez Pimentel Tarapoto.*

| ítems     | oferta (m3) | oferta aprovechada (m3) |
|-----------|-------------|-------------------------|
| Enero     | 534.11      | 492.36                  |
| Febrero   | 482.2       | 428.32                  |
| Marzo     | 529.17      | 542.68                  |
| Abril     | 470.2       | 512.74                  |
| Mayo      | 428.13      | 462.32                  |
| Junio     | 483.1       | 483.45                  |
| Julio     | 402.05      | 489.32                  |
| Agosto    | 495.5       | 480.69                  |
| Setiembre | 403.14      | 419.58                  |
| Octubre   | 480.11      | 408.22                  |
| Noviembre | 401.25      | 435.89                  |
| Diciembre | 469.33      | 407.65                  |
| Total     | 5,578.29    | 5,563.22                |

Fuente: Datos propios del estudio.

Se logró determinar una oferta total de 5,578.29 m<sup>3</sup>. Además, de una oferta aprovechada de 5,563.22 m<sup>3</sup>.

#### 4.2. Resultado específico 2

Demanda de agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.

De acuerdo a la información recibida por la Institución educativa. Este estudio consideró como población beneficiara del diseño hidráulico a 1316 alumnos, 75 docentes y 30 administrativos.

**Tabla 9**

*Demanda de agua diaria en la IIEE Jiménez Pimentel 2022.*

| N     | Uso             | Cant. | Dotación diaria de sanitarios<br>(Lt/pers/día) | Demanda diaria<br>(Lt/día) |
|-------|-----------------|-------|--|----------------------------|
| 1     | Estudiantes     | 1316  | 15   | 19,740.00                  |
| 2     | Docentes        | 75    | 15   | 1,125.00                   |
| 3     | Administrativos | 30    | 15   | 450.00                     |
| Total |                 |       |  | 21,315.00                  |
|       |                 |       |  | 21.32 m <sup>3</sup> /día  |

Fuente: Datos de la investigación

**Tabla 10**

*Demanda mensual de agua en la Institución Educativa Jiménez Pimentel 2022.*

| Mes       | Demanda (m3) |
|-----------|--------------|
| Enero     | 660.77       |
| Febrero   | 596.82       |
| Marzo     | 660.77       |
| Abril     | 639.45       |
| Mayo      | 660.77       |
| Junio     | 639.45       |
| Julio     | 660.77       |
| Agosto    | 660.77       |
| Setiembre | 639.45       |
| Octubre   | 660.77       |
| Noviembre | 639.45       |
| Diciembre | 660.77       |
| Total     | 7,779.98     |



**Figura 9.** Demanda mensual de agua en la Institución Educativa Jiménez Pimentel 2022.

La tabla muestra una demanda de 21,32 m<sup>3</sup>/día. Asimismo, en el cálculo de demanda acumulada en un año se determinó una demanda de 7,779.98 m<sup>3</sup>. En la figura se muestra como la demanda varía de acuerdo al número de días por mes, haciendo referencia a la demanda diaria calculada.

### 4.3. Resultado específico 3

Potencial de ahorro de agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.

**Tabla 11**

*Áreas de captación por sistema de aprovisionamiento de aguas pluviales (m3) en la IIEE Jiménez Pimentel.*

| ítems | Sistema de aprovisionamiento | área total (m2) | área de captación (m2) |
|-------|------------------------------|-----------------|------------------------|
| 1     | Módulo 1                     | 2,039.46        | 2,037.46               |
| 2     | Módulo 2                     | 1,221.50        | 1,159.00               |
| 3     | Módulo 3                     | 1,139.48        | 1,132.33               |
| 4     | Módulo 4                     | 1,272.25        | 1,151.50               |
| 5     | Módulo 5                     | 941.79          | 606.85                 |
|       | Total                        | 6,614.48        | 6,087.14               |

Fuente: Datos propio del estudio

El área total de techos es de 6,614.48 m2, mientras que el área de captación es de 6,087.14 m2, lo cual representa el 92,03 % del área total.

**Tabla 12**

*Oferta anual por sistema de aprovisionamiento de aguas pluviales (m3) en la IIEE Jiménez Pimentel.*

| ítems | Sistema de aprovisionamiento | Oferta anual total (m3) | Oferta anual aprovechada (m3) |
|-------|------------------------------|-------------------------|-------------------------------|
| 1     | Módulo 1                     | 1,428.58                | 1,425.22                      |
| 2     | Módulo 2                     | 1,309.67                | 1,308.25                      |
| 3     | Módulo 3                     | 1,258.33                | 1,250.20                      |
| 4     | Módulo 4                     | 987.80                  | 987.13                        |
| 5     | Módulo 5                     | 593.91                  | 592.42                        |
|       | Total                        | 5,578.29                | 5,563.22                      |

Fuente: Datos propio del estudio

El potencial de ahorro de agua potable en toda la IIEE Jiménez Pimentel es del 71.51 %

A modo de discusión, presentado un ahorro significativo del 71,51 %, existe evidencia estadística descriptiva para aceptar la hipótesis del estudio, de tal manera se afirma que la propuesta de un diseño hidráulico de un sistema de aprovechamiento cumpliría con un ahorro sustancial de agua en la Institución

Educativa emblemática Jiménez Pimentel de Tarapoto. Este ahorro sustancial de agua depende mucho de la oferta hídrica, es decir, de las precipitaciones pluviales de la zona. Es decir, ante una temporada de sequía o en temporadas de verano, el propósito de ahorro se vería afectado en tema de su confirmación porcentual, pudiéndose este dato variar a un número menor.

Además, la demanda anual de agua comparándola con la oferta hídrica muestra que existe un potencial de ahorro, representado por el 71,51 %. Este porcentaje representa a un 5,563.22 m<sup>3</sup> de agua que podrá ser utilizado para las actividades diarias que realizan los alumnos, docentes, administrativos de la institución, lo que supone un ahorro económico sustancial para la Institución Educativa Jiménez Pimentel de Tarapoto. En tanto, existe una oferta anual de agua igual a 5,578.29 m<sup>3</sup> de las cuales el 5,563.22 m<sup>3</sup> corresponde a la oferta aprovechada. En cuanto al diseño, este considera un suministro dual debido a una válvula solenoide, la cual se activa mediante enviones eléctricos y automáticamente mediante la conexión a un flotador eléctrico, las cuales se localizan en los tanques que están elevados para el tipo de suministro uno y en cisternas para la segunda opción real de suministro. El excedente de aguas pluviales será conducido por un sistema de tubería de rebose, debido a que no todos los días va ser válida almacenar las aguas conducentes de lluvias justamente por la característica principal de la capacidad de los tanques. El diseño presenta las características medibles de los tanques, los cálculos del sistema de dispersión y los respectivos planos de sistema propuesto para el ahorro de agua potable en la Institución Educativa Jiménez Pimentel, Tarapoto.

#### **4.4. Resultado objetivo general**

Ver Anexo 02.

## CONCLUSIONES

Primero: La oferta hídrica anual de agua pluvial en toda la Institución Educativa Jiménez Pimentel es de 5,578.29 m<sup>3</sup>, pero solo 5,563.22 m<sup>3</sup> son aprovechados, es decir, el 99.73 %. Esto significa que 5,563.22 m<sup>3</sup> de agua pluvial dejará de desperdiciarse en las alcantarillas, lo que permitirá el flujo normal de su cauce.

Segundo: La demanda de agua diaria en la Institución Educativa Jiménez Pimentel de Tarapoto es de 21.32 m<sup>3</sup>/día, lo que conlleva a existir una demanda anual de 7,779.98 m<sup>3</sup>.

Tercero: El potencial anual de ahorro de agua es del 71,51 %, justificando que este porcentaje ayudará en la provisión de agua a la Institución Educativa Jiménez Pimentel de Tarapoto, lo que le permitirá también ahorrar desde un punto de vista económico.

Cuarto: Los diseños hidráulicos presentado en este estudio es variante debido a que las superficies de las áreas o secciones son diferentes, como también lo son la arquitectura, la topografía y la demanda de las mismas. Estos diseños cumplen con parámetros fijos de su localización y debe ser respetada para su funcionamiento óptimo.

## RECOMENDACIONES

Primero: A la dirección de la Institución Educativa Jiménez Pimentel, se le recomienda priorizar la implementación de estos sistemas de aprovechamiento de aguas pluviales, esto con la finalidad de que la institución se despreocupe por la distribución óptima del flujo de agua y por la suposición de un ahorro económico sustancioso.

Segundo: A la dirección de la Institución Educativa Jiménez Pimentel, se le recomienda definir y aplicar políticas de calidad en la implementación de este diseño propuesto, con la finalidad de que no cause ningún daño que se pudiera lamentar.

Tercero: A la dirección de la Institución Educativa Jiménez Pimentel, se le recomienda que el suministro de agua para el sistema de aprovechamiento sea dual, no deberá considerar el agua potable, en todo caso, realizar estudios y exploraciones sobre otras fuentes como son las aguas subterráneas.

Cuarto: A la dirección de la Institución Educativa Jiménez Pimentel, se le recomienda implementar el diseño propuesto, en tiempos que la Institución Educativa sea remodelada, o en el proceso constructivo, para aprovechar los recursos y no ser una carga económica para la institución.

## REFERENCIAS BIBLIORÁFICAS

- Anaya, M. (2009). *Antecedentes de la Captación del Agua de Lluvia*. México.
- Ancajima, R. (12 de Abril de 2016). *Hidráulica inca*. Obtenido de <https://hidraulicainca.com/acerca-de/uso-ancestral-del-agua-en-el-peru/>
- Aqua España. (2010). *Guía Técnica de Aprovechamiento de Aguas Pluviales en Edificios*. Barcelona, España.
- Banco Mundial. (2017). *BANCO MUNDIAL*. Obtenido de <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.TOTL>
- Bartra, O., & Ibañez, H. (1995). *Saneamiento Básico y Pluvial de la Ciudad Universitaria - UNSM (Vol. I)*. Tarapoto, PERÚ.
- Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente. (2001). *Guía de Diseño para captación del Agua de Lluvia*. Lima.
- Chereque, W. (1989). *Hidrología : Para estudiantes de Ingeniería Civil*. Lima, Perú.
- Cordova, I. (29 de Octubre de 2012). *Aprovechamiento de Aguas Pluviales*. Obtenido de [http://cecyt4aprovechamientodeaguas.blogspot.pe/2012\\_10\\_01\\_archive.html](http://cecyt4aprovechamientodeaguas.blogspot.pe/2012_10_01_archive.html)
- Critchley, W., & Siegert, K. (1996). *Manual de captación y aprovechamiento del agua de lluvia*. (Vol. Tomo I: Bases Técnicas y Experiencias en África y Asia.). Santiago, Chile.
- Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud. (2011). *Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano*. Lima, Perú.
- Formagiarini, R., Munarim, U., & Ghisi, E. (06 de Setiembre de 2011). *Scielo Brasil*. Obtenido de [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1678-86212011000400005](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1678-86212011000400005)
- Grandéz, P. (2014). *Aprovechamiento de Agua de Lluvia, para Optimizar el Uso de Agua Potable Residencial*. Lima, Perú.
- Hidro Soluciones pluviales. (s.f.). *Hidropluviales*. Obtenido de <http://hidropluviales.com/captacion-agua-de-lluvia/>
- Ministerio de Vivienda. (8 de Junio de 2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma IS-010 Instalaciones Sanitarias Para Edificaciones*. *El Peruano*.

- Ministerio de Vivienda. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones - Norma OS-100 Consideraciones Básicas de Diseño de Infraestructura Sanitaria. *El Peruano*.
- Noriega, J. L. (2002). *Diseño Hidráulico del Sistema de Drenaje Pluvial Urbano de la Ciudad De Calzada*. Tarapoto.
- OKDIARIO. (7 de Marzo de 2017). *OKDIARIO*. Obtenido de <https://okdiario.com/curiosidades/2017/03/07/cuanta-agua-hay-planeta-tierra-805673>
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO. (Abril de 2013). Captación y Almacenamiento de Agua de Lluvia: Opciones técnicas para la agricultura familiar en América Latina y el Caribe. Santiago, Chile.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN FAO. (s.f.). *FAO CORPORATE REPOSITORY*. Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e0b.htm>
- Organización Mundial de la Salud, Organización Panamericana de la Salud. (2009). *Guías técnicas sobre saneamiento, agua y salud - Guía técnica N° 09: Cantidad mínima de agua necesaria para uso domestico*. Suiza.
- Pacheco, M. (2008). Avances en la Gestión Integral del Agua Lluvia (GIALL): Contribuciones al consumo sostenible del agua, el caso de "Lluviatl" en México. *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 42-43.
- Rotoplas. (s.f.). *Soluciones para Almacenamiento, Cisternas Equipadas, Manual de instalación y Mantenimiento*. Obtenido de TECNOTANQUES web Site: <http://www.tecnotanques.com>
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. (Abril de 2017). *SENAMHI*. Obtenido de <http://www.peruclima.pe/>
- Wikipedia. (27 de Setiembre de 2016). *Wikipedia*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/And%C3%A9n\\_\(agricultura\)](https://es.wikipedia.org/wiki/And%C3%A9n_(agricultura))

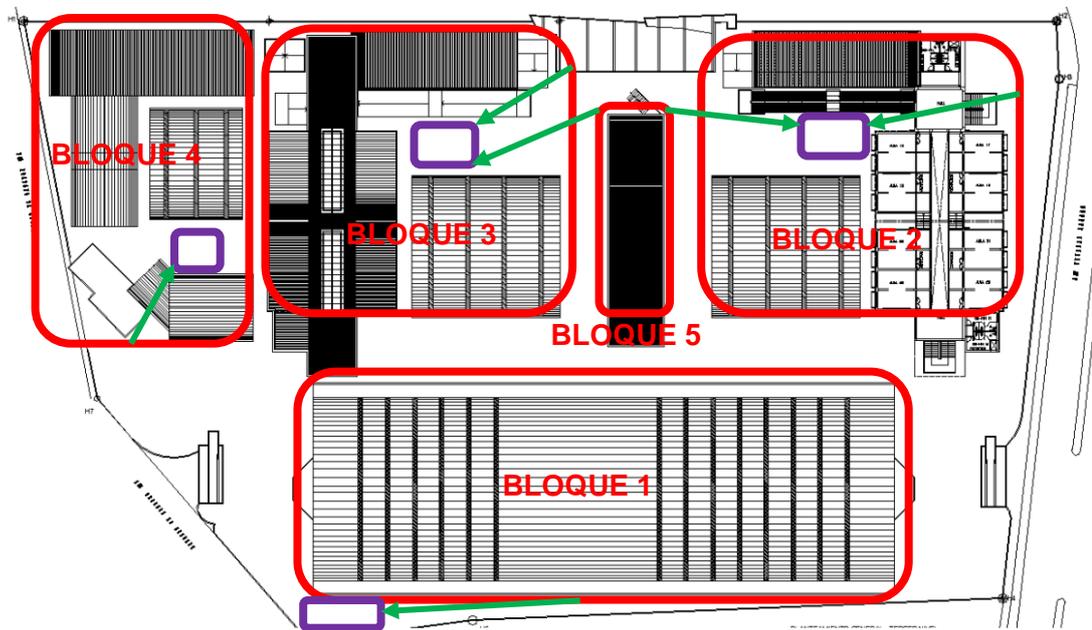
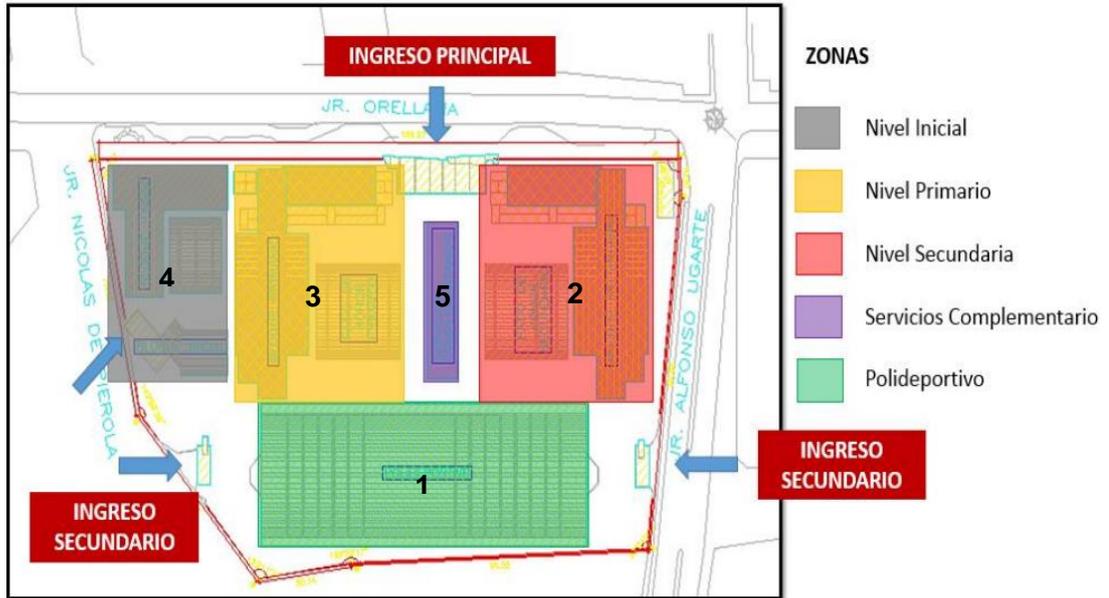
## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de Consistencia

**Título: Diseño hidráulico de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.**

| Problema  | Objetivos   | Hipótesis  | Variables   | Metodología  | Población y muestra   |
|---|---|--|---|--|---|
| <p><b>Problema general:</b></p> <p>¿Cómo es la propuesta del diseño hidráulico de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022?</p>  | <p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Proponer un diseño hidráulico de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.</p>  | <p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>No aplica.</p>     | <p><b>Variable de estudio:</b></p> <p>Diseño hidráulico de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales</p> | <p><b>Tipo de investigación:</b></p> <p>Investigación aplicada</p>   | <p><b>Población:</b></p> <p>Aguas pluviales y potable en la Institución Educativa Jiménez Pimentel.</p> |
| <p><b>Problemas específicos:</b></p> <p>¿Cuál es la oferta hídrica a través del estudio de las precipitaciones pluviales en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022?</p> <p>¿Cuál es la demanda de agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022?</p> <p>¿Cómo es el diseño de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022?</p> | <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Identificar la oferta hídrica a través del estudio de las precipitaciones pluviales en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.</p> <p>Identificar la demanda de agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.</p> <p>Diseñar un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la IIEE Jiménez Pimentel, Tarapoto 2022.</p> | <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <p>No aplica.</p> |   | <p><b>Nivel de investigación:</b></p> <p>Descriptiva propositiva</p> |   |
|   |   |  |   | <p><b>Diseño de investigación:</b></p> <p>No experimental</p>        | <p><b>Muestra:</b></p> <p>Similar a la población.</p>   |

Anexo 2. ZONIFICACIÓN Y MÓDULOS DE RECOLECCIÓN DE AGUA PLUVIAL



- **SISTEMA PLUVIAL ACTUAL EN LA IIEE JIMENEZ PIMENTEL-TARAPOTO.**  
Se visualiza una de las entradas principales que se encuentra ubicada en el jirón Alfonso Ugarte.



Fuente: Propia

Se observa el sistema pluvial del módulo 1



Fuente: Propia

Se observa el sistema pluvial de una infraestructura del módulo 3



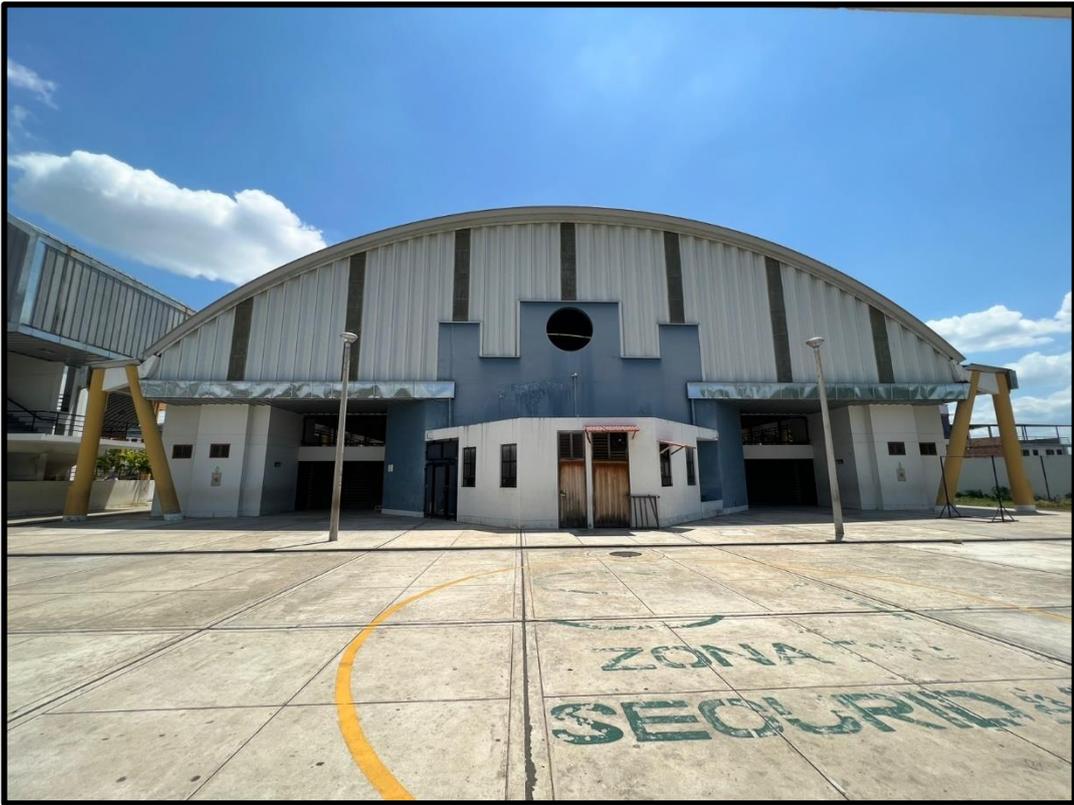
Fuente: Propia

Se observa el sistema pluvial del módulo 5



Fuente: Propia

Se observa la fachada del polideportivo frontal del módulo 1



Fuente: Propia

Se observa parte del sistema pluvial del módulo 3



Fuente: Propia

Se observa parte del sistema pluvial del módulo 2



Fuente: Propia

Se observa parte del sistema pluvial del módulo 2



Fuente: Propia

Se observa parte del sistema pluvial del módulo 2



Fuente: Propia

Se observa parte del sistema pluvial del módulo 2



Fuente: Propia

Se observa el sistema pluvial del módulo 1



Fuente: Propia

Se observa el sistema pluvial del módulo 5



Fuente: Propia

**ANEXO 3: ENCUESTA REALIZADA A LOS ESTUDIANTES**

CUESTIONARIO-AHORRO Y USO EFICIENTE DEL AGUA.  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTIN  
INGENIERIA CIVIL

1. ¿Considera usted que en Tarapoto se podrían presentar problemas de desabastecimiento de agua potable para el futuro?
    - a). Si
    - b). No
    - c). No sabe, no responde
  
  2. ¿considera usted que los problemas que se están presentando actualmente en Tarapoto con la escasez de agua, es una señal de alerta ante la problemática desabastecimiento?
    - a). Si
    - b). No
    - c). Tal vez
    - d). No sabe, no responde
  
  3. ¿Para usted es importante ahorrar agua potable y hacer un uso eficiente de la misma?
    - a). Si
    - b). No
    - c). Algunas veces
    - d). No le interesa
  
  4. ¿Para usted que técnicas para ahorrar agua potable en casa y en los lugares que visitan con frecuencia?
    - a). Si
    - b). No
    - c). Algunas veces
    - d). No le interesa
- ¿Cuáles  
son?.....

5. ¿Cree usted que es importante buscar alternativas para el ahorro de agua potable y mejoramiento de la calidad de vida a futuro?  
SI..... NO.....  
PORQUE.....  
.....
6. Conoce usted los sistemas de captación de aguas lluvias y su funcionamiento
- Si
  - No
  - Le es indiferente
7. ¿Cree usted que la implementación de un sistema de captación de aguas lluvias es una buena alternativa para el ahorro de agua potable?
- Si
  - No
  - No sabe, no responde
8. Para usted lo mejor uso que se le podría dar al agua de lluvia, sería en actividad como:
- Lavado de pisos
  - Suministro de agua potable
  - Descarga de sanitarios
  - Aseo personal
  - Riego de jardines y cultivos
- Otra. Cual?.....
9. ¿Considera usted que la IIEE Emblemática Jiménez Pimentel – Tarapoto, utilizan inadecuadamente el agua potable en actividades como lavado de pisos y riego de jardines?
- Si
  - No
  - Algunas veces
  - Le es indiferente
10. ¿Cree usted que la IIEE Emblemática Jiménez Pimentel – Tarapoto es necesario la capacitación a los estudiantes sobre el ahorro de agua potable en la institución?
- Si
  - No
  - No le interesa

**ANEXO N°4:**

**PLANOS DEL SISTEMA PLANTEADO EN LA IIEE JIMENEZ PIMENTEL-  
TARAPOTO.**

# Diseño Hidráulico de Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la IIEE Emblemática Jiménez Pimentel Tarapoto

*por* Leen Michael Culqui Pilco

---

**Fecha de entrega:** 22-dic-2022 12:43a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 1985761650

**Nombre del archivo:** Tesis\_michael\_jhojan.docx (4.6M)

**Total de palabras:** 13458

**Total de caracteres:** 72742

# Diseño Hidráulico de Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales para ahorrar agua potable en la IIEE Emblemática Jiménez Pimentel Tarapoto

## INFORME DE ORIGINALIDAD

23%

INDICE DE SIMILITUD

23%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[hdl.handle.net](https://hdl.handle.net)

Fuente de Internet

13%

2

Submitted to Universidad Nacional de San Martín

Trabajo del estudiante

2%

3

[es.scribd.com](https://es.scribd.com)

Fuente de Internet

1%

4

[repositorio.unsm.edu.pe](https://repositorio.unsm.edu.pe)

Fuente de Internet

1%

5

[core.ac.uk](https://core.ac.uk)

Fuente de Internet

1%

6

[idoc.pub](https://idoc.pub)

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

1%

8

[www.ulima.edu.pe](https://www.ulima.edu.pe)