



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Propuesta de Captación de Aguas Pluviales para el  
aprovechamiento sanitario en una vivienda multifamiliar,  
Cajabamba - 2022**

**AUTORES:**

Acuña Dominguez, Jhonatan Alain Deyner ([orcid.org/0000-0002-6626-8021](https://orcid.org/0000-0002-6626-8021))

Fernández Adrian, Juan Carlos ([orcid.org/0000-0001-9091-8920](https://orcid.org/0000-0001-9091-8920))

**ASESOR:**

Mg. Segura Terrones, Luis Alberto ([orcid.org/0000-0002-9320-0540](https://orcid.org/0000-0002-9320-0540))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Obras Hidráulicas y saneamiento

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

A Dios por permitirme vivir toda esta etapa de cumplimiento universitario y siempre encaminándome dentro de muchas experiencias transcurridas.

A mis padres, por guiarme, a mis hermanos que también están por cumplir sus deberes académicos y profesionales.

Fernández Adrián, Juan Carlos

A Dios sobre todas las cosas por permitirme haber cumplido una de mis metas y darme fuerza en todos los obstáculos que pase en esta etapa.

A mis padres y familia, sobre todo a mi mama por siempre confiar en mí y darme la fuerza cada vez que las necesite.

Jhonatan Alain Deyner Acuña  
Domínguez

## Agradecimiento

Agradezco a Dios por darles vida y fuerzas a mis padres, César Víctor Fernández Vega y Susana Eufemia Adrián Solano, que por todo ello me guiaron en mi formación académica, enseñándome a cumplir con total firmeza mis objetivos y metas propuestas, que con su experiencia y formación profesional encaminaron mi sendero académico. Quiero también agradecer en especial consideración a mi tía Lidia Gumercinda Apéstegui Florentino, por fundamentarme en la confianza y temor a Dios, que en Él todo es posible, cultivando los valores principales y agradables hacia Dios. Y a mi familia en general, que ellos son mi motivación y ganas de seguir adelante.

Fernández Adrián, Juan Carlos

Agradezco a Dios por darles vida y fuerzas a mis padres, Julio Cesar Acuña Cardoza y Cila Dominguez Perez, por toda la ayuda que me brindaron en toda mi vida profesional, por otro lado, también agradecer a mis hermanos y tíos por los consejos en los momentos difícil que pude haber pasado durante toda esta etapa.

Jhonatan Alain Deyner Acuña Dominguez.

## ÍNDICE CONTENIDO

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos.....	vi
Índice de figuras.....	vii
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	8
III. METODOLOGÍA.....	27
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	27
3.2. Variable y Operacionalización.....	27
3.3. Población, muestra y muestreo .....	27
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	28
3.5. Procedimientos .....	28
3.6. Método de análisis de datos.....	28
3.7. Aspectos éticos.....	28
IV. RESULTADOS.....	29
V. DISCUSIÓN .....	37
VI. CONCLUSIONES.....	38
VII. RECOMENDACIONES .....	39
REFERENCIAS .....	40
ANEXOS.....	43

## Índice de tablas

Tabla 1 Límites máximos permisibles para consumo humano en aparatos sanitarios vs resultados de análisis de muestra. ....	31
Tabla 2 Datos de encuesta SPSS N° 1 .....	4
Tabla 3 Datos de encuesta SPSS N° 2 .....	4
Tabla 4 Datos de encuesta SPSS N° 3 .....	4
Tabla 5 Estadísticas de escala.....	1
Tabla 6 Límites de máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitólogos.....	5
Tabla 7 Límites máximos permisibles para parámetros de calidad Organoléptica.....	6
Tabla 8 Aparato Sanitario del 1 SS.HH. ....	8
Tabla 9 Aparato Sanitario del 2 SS.HH. ....	9
Tabla 10 Aparato Sanitario del 3 SS.HH. ....	10
Tabla 11 Normal IS.010 – Instalaciones sanitarias del RNE .....	11
Tabla 12 Primer piso .....	11
Tabla 13 Segundo piso .....	12
Tabla 14 Tercer piso .....	12
Tabla 15 Sumatoria del total de las Unidades de Gasto .....	12
Tabla 16 Gastos probable .....	13
Tabla 17 Precipitación mensual histórica. ....	15
Tabla 18 Sumando la tubería horizontal y la longitud.....	19
Tabla 19 Longitud equivalente de accesorios.....	20
Tabla 20 Electrobomba .....	20
Tabla 21 Velocidad máxima .....	23
Tabla 22 Caudales de acuerdo a diámetros .....	24
Tabla 23 Diámetros de las tuberías de impulsión en función del gasto de bombeo....	25
Tabla 24 Tabla de Precipitaciones Anuales N°1.....	1
Tabla 25 Tabla de Precipitaciones Anuales N°2.....	2
Tabla 26 Tabla de Precipitaciones Anuales N°3.....	2

## Índice de gráficos

GRAFICO 1 Periodos 1992-2022.....	15
-----------------------------------	----

## Índice de figuras

Figura 1 Población Estimadas y Demanda Hídrica .....	2
Figura 2 Distribución de Agua y Población en las vertientes del Perú .....	4
Figura 3 Sumatoria de la huella Hídrica en el Perú .....	4
Figura 4 El fluviógrafo .....	12
Figura 5 Tipos de lluvias .....	13
Figura 6 Tipos de precipitación .....	14
Figura 7 Cisterna de captación independiente doméstico .....	21
Figura 8 Techos captadores de lluvia.....	23
Figura 9 Instalación de tuberías .....	24
Figura 10 Secuencia de Investigación.....	27
Figura 11 Secuencia de investigación.....	29
Figura 12 Tolla de recolección .....	32
Figura 13 Electrobomba fuente Sodimac .....	34
Figura 14 Esquema de captación y conducción de Agua pluvial. ....	35
Figura 15 Plano de Red de Agua Pluvial, Elaboración Propia. ....	36
Figura 16: Muestras Pluviales .....	2
Figura 17: Resultados del análisis de las Muestras pluviales .....	3
Figura 18: Resultados del análisis de las Muestras pluviales N°2 .....	4
Figura 19: Cisterna.....	7
Figura 20: Tanque Elevado .....	7
Figura 21: 1er SS. HH, 1 piso. ....	8
Figura 22: SS. HH, 2 piso.....	9
Figura 23: SS. HH, 3 piso.....	10
Figura 24: Tuberías.....	14

## **RESUMEN**

La presente tesis tuvo como objetivo principal determinar en qué medida el sistema de abastecimiento de aguas pluviales dirigido a los aparatos sanitarios, en una vivienda multifamiliar, en el distrito de Cajabamba, tendrá un abastecimiento y práctica interesante en lo ambiental, teniendo en cuenta el grado de contaminación de aguas pluviales y la gran demanda de los recursos hidrológico que permitirá la conservación de agua potable para consumo humano. Esta investigación tiene como propuesta un sistema de aprovechamiento de agua pluvial con fines de producir un menor consumo de agua potable para las actividades de los servicios sanitarios, construyendo una red independiente diseñada en la auto sustentación de dicha vivienda, desarrollándose el cálculo de volúmenes de disponibilidad y obteniendo resultados de una evaluación real de un sistema de captación y abastecimiento pluvial.

**Palabras clave:** Hidráulica, captación, reutilización, aguas pluviales.



## **ABSTRACT**

The main objective of this thesis was to determine to what extent the rainwater supply system aimed at sanitary devices, in a multi-family dwelling, in the Cajabamba district, will have an interesting environmental practice, taking into account the degree of contamination of surface waters and the great demand for hydrological resources that will allow the conservation of drinking water for human consumption.

This present work has as a proposal a system for the use of rainwater in order to produce a lower consumption of drinking water for the activities of sanitation services, building an independent network designed to self-sustain said housing, developing the calculation of volumes of availability and obtaining results from a real evaluation of a rainwater catchment and supply system.

**Keywords:** Hydraulics, catchement, reuse, rainwater.

## I. INTRODUCCIÓN

Según MINISTERIO DE AGRICULTURA (2015), los recursos hidrológicos son los recursos naturales más peligrosos en el mundo y los países que son conscientes de su papel en sus capacidades de desarrollo social y producción. El impacto del cambio climático en la combinación con mala producción y métodos médicos significa que países como Perú, pueden considerarse privilegios, entre las diez reservas más grandes del mundo del mundo. Género, consideraremos la necesidad de evaluar sus principales reglas, Reciba más información y obtenga fondos de información adicionales relacionados con la mejor gestión de un recurso importante para la salud pública y su desarrollo es como un país.

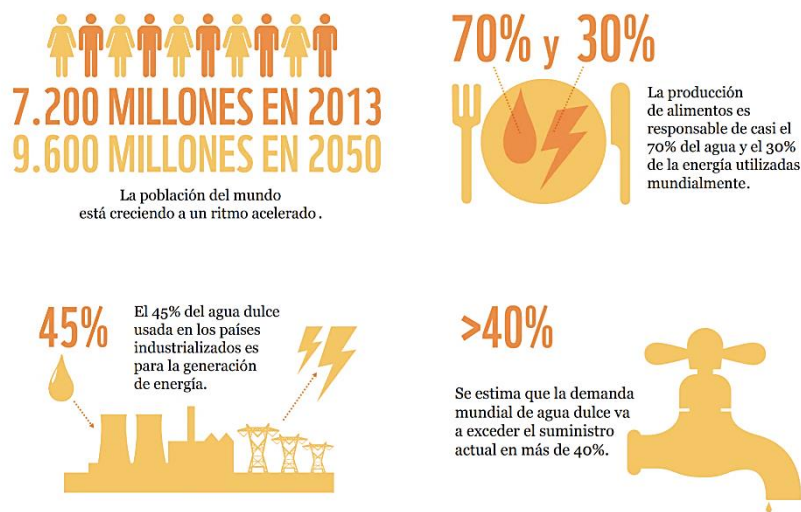
En Cajabamba es un lugar donde el clima permite introducir este sistema que nos ayudará y permitirá aprovechar el medio ambiente para la mejorar de los ciudadanos, en lo económico reducir un 40% de ahorro en su recibo de agua. Los datos que se produjo en el caso de Perú se obtienen que el consumo promedio es mayor a 30,000,000 metros cúbicos, porque este es un producto nacional responsable del 65% de los bloques hídricos.

Del mismo modo aproximadamente el 90% del suministro de agua doméstica está relacionado con el sector agrícola, es la única área de usuario, llamada Agua verde (de lluvia, almacenamiento de raíz) y el usuario más grande " Agua - azul" (extraído de fuentes naturales, superficiales o bajo tierra) es una paradoja que la mayor parte de este uso se centra en la zona costera del Perú. En la historia, el avance de las ciudades ha sido vinculado y tratado más o menos en producción de agua, con personas con conocimientos y habilidades hidráulicas manejaron bien este recurso más, posiblemente desde la antigüedad hubo gente que aprovechaba el agua de lluvia para la agricultura y diversas situaciones cotidianas.

La ingeniera nos permite dar una solución para mejorar el medio ambiente aprovechando sus propios recursos para mejorar en lo agrícola y la producción de alimentos con sistemas de riego. El agua es fundamental para el desarrollo urbano, no sólo por la seguridad alimentaria que puede proporcionar, sino también como apoyo específico al crecimiento urbano, la seguridad energética, el desarrollo industrial, etc. En 2013, la población de nuestro planeta superaba

los 7.200 millones de personas y se espera que alcance los 9.600 millones para 2051, lo que representa una carga para el planeta en términos de alimentación porque la utilización de este sistema ayuda a mejorar en la agricultura eso hace que haya, mayor producción de productos agrícolas. por lo tanto, eso generar mayor ganancia y menor presupuesto de riego a utilizar el sistema de captación de agua de lluvia. A mayor ahorro de agua mayor es el benéfico del agricultor, eso le ayudaría a minimizar el presupuesto que tiene pensado en invertir en recibo de agua. (Ministerio de Agricultura y Riego, 2015).

**Figura 1** Población Estimadas y Demanda Hídrica



Fuente: tomada de Huella hídrica del Perú (Sevilla Gildemeister, 2015)

Según ANA (2013), la seguridad hídrica es causa directa de conflictos graves y tiene un mayor impacto en las poblaciones vulnerables, lo que se ha constatado en muchos otros países en conjunto. En este entorno, es importante sumar toda lo investigado suficiente que nos ayude a los formuladores de políticas y al público en general saber sobre la utilización eficiente de los recursos hídricos y recomendar políticas públicas para promover su uso efectivo en beneficio de la sociedad y la economía. desarrollo del país.

La captación de agua de lluvia nos permitirá aprovechar los recursos del medio ambiente y administrar esa agua a una vivienda para ser utilizada para aparatos sanitario para reutilización, eso nos ayudaría a mejorar el ecosistema, utilizando un biodigestor para mejorar la calidad del agua que ingresará a la vivienda multifamiliar.

En este entorno, se puede apreciar que la utilización de señales como la huella hídrica se está instaurando en diferentes territorios como un aparejo para determinar el impacto sobre los recursos hídricos en relación con las costumbres del gasto de las personas en un marco geográfico determinado. En diferentes lugares, y especialmente en áreas con falta de agua, la mensuración y el análisis de la pista hídrica son extremadamente útiles para informar sobre la eficiencia en la utilización del agua, aumentar la moralidad de la utilización racional y facilitar la comunicación entre los diferentes lugares económicos. régimen y sociedad para sugerir un uso más eficiente.

En esta tesis vamos a demostrar como este sistema de captación de lluvia para distribuir agua potable en una vivienda es posible y económico. Este sistema podrá mejor el ahorra de agua y se reutilizará para el sector agrícola y mejorar el ecosistema. Perú es uno de los diez países con mayores reservas de agua en el mundo en términos de potencial de aguas superficiales y subterráneas. Sin embargo, este es un país con grandes diferencias hidrológicas. La dorsal atlántica, que cubre más del 70% del territorio peruano, presenta altas precipitaciones anuales y abundante disponibilidad de agua (alrededor del 98% del agua disponible en el Perú), sin embargo, es densamente poblada, escasa población y baja población. pequeño aumento industrial. Por otro lado, en lugares como la zona del pacífico suman como 62 cuencas que conservan 2% de pistas hídricos de un territorio, también encontramos un 63% de los ciudadanos de un territorio, los lugares con mayor población y donde generan mayores actividades económicas, aportando más del 80% del PIB. La tercera fuente es el lago Titicaca en el austro del territorio, que concentran un 0,3 % del agua disponible en el Perú y el 4 % de la población, por lo que, a pesar de su falaz abundancia, el Perú sigue estando entre los 5 países más afectados por el clima o cambio.

La evolución de las civilizaciones y sus asentamientos gira en torno a demanda de agua. Sin embargo, hay muchas regiones. Donde los recursos hídricos se distinguen por la escasez. Este déficit debido principalmente a las condiciones climáticas de la región, caracterizadas por: generalmente porque está seco, lo que hace que no pueda cumplir con los requisitos necesarios para diferentes propósitos, generalmente porque mayor práctica y, como resultado, mayor demanda de agua.

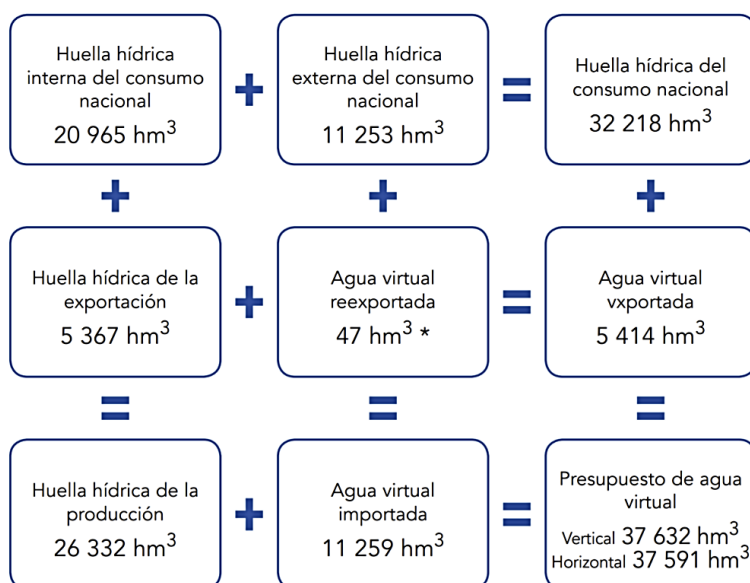
**Figura 2** Distribución de Agua y Población en las vertientes del Perú



El volumen promedio anual de agua en el Perú es 1 768 172 m<sup>3</sup> lo que lo posiciona entre los 20 países más ricos en recursos hídricos del mundo.

Fuente: tomada de Huella hídrica del Perú (Sevilla Gildemeister, 2015)

**Figura 3** Sumatoria de la huella Hídrica en el Perú



Fuente: tomada de Huella hídrica del Perú (Sevilla Gildemeister, 2015)

Podemos observar que la sumatoria de la pista hídrica es bastante aplican el Perú se beneficiaría de este sistema de captación y proveerá agua suficiente para la agricultura que ayudaría a disminuir el consumo de agua potable.

En la investigación Polo (2020), Perú, la disponibilidad de agua es muy alta, unos 70.000 m<sup>3</sup>/persona/año, muy por encima del promedio mundial de 10 veces. Sin

embargo, esta gran cantidad de agua, que representa casi el 5% de la escorrentía mundial, está distribuida de manera muy desigual en términos de tiempo y espacio. Como ejemplo de esta distribución desigual del agua y la población, recordemos que la costa de Perú, donde ha vivido más de la mitad de la población del país, tiene menos del 2% de los recursos hídricos superficiales del país. Los problemas de abastecimiento de agua en el área de Cajabamba son cada vez más graves debido al crecimiento de la población, el suministro público de agua se está volviendo gradualmente inaccesible para todos los hogares, ya no está presente en muchos lugares y la calidad del suministro de agua potable está disminuyendo.

La introducción de estos sistemas de recolección de agua de lluvia está asociada con la reducción (inundación) de lluvias intensas. Fue este último factor el que motivó la creación de sistemas de extracción de agua, principalmente en las ciudades, en forma de estanques de montaña.

Otro tipo de agua reciclada que existe en el mundo son aguas grises. El agua gris es agua que proviene de bañeras, fregaderos, lavavajillas y lavadoras. Esta agua es recogida por una red sólo para este fin y almacenada en depósitos, donde es tratada especialmente para que pueda ser reutilizada, ya que la mayor parte del agua utilizada para el inodoro se puede reemplazar con aguas grises puras. Sin embargo, un punto a tener en cuenta es que el porcentaje de aguas grises y la cantidad de agua consumida después de la limpieza varía significativamente durante el día. Por lo tanto, debería considerar instalar un sistema de almacenamiento para optimizar el uso de su memoria. De este modo, se puede garantizar el suministro de agua pura incluso durante muchas horas con un bajo nivel de aguas grises.

Enfermedades infecciosas y parasitarias de los menores. La ubicación geográfica de Cajabamba es estratégica para la implementación de sistemas que aprovechan aguas pluviales, ya que se encuentra en la sierra del Perú. Asimismo, considerando el abastecimiento de la vida diaria y la gran cantidad de agua potable que se necesita para abastecerla, esta obra debería aprovechar el agua de lluvia en todas las condiciones sanitarias aprovechando los ahorros de agua potable existentes en la ciudad de Cajabamba.

El uso de agua de lluvia en una casa en un edificio ya construido genera ciertas dificultades en el diseño y ejecución del proyecto, pero debido a las menores limitaciones estructurales y/o espaciales, la ciudad utiliza este recurso natural, regar su jardín es muy fácil. La instalación y las restricciones requeridas son relativamente simples y económicas. Sin embargo, el análisis de factibilidad de estas propuestas no debe limitarse a estándares económicos, sino que también debe evaluar la sostenibilidad y el uso de los recursos naturales.

### **Evaluando la realidad problemática**

¿Elaborando un sistema para la recolección de las aguas pluviales en una vivienda para aprovechamiento sanitario, permitirá la conservación de agua potable para consumo humano?

La falta de agua puede ser una estructura social o el resultado de diversos patrones de suministro, como el cambio climático. En general, la escasez se debe a una combinación de muchos factores relacionados con aspectos como la disponibilidad, la distribución y el modo de consumo. El aumento de persona y el consiguiente crecimiento de utilidad de alimentos y agua, específicamente agua dulce, es el ambiente que se encuentra en peligro. en términos tanto de calidad como de cantidad. El aumento de la población ha interrumpido el suministro y la calidad del agua potable para las personas, ya que los seres humanos absorben elementos líquidos de las fuentes de agua superficiales e interiores. Sin embargo, no toda el agua se consume debido a sistemas ineficientes de uso y distribución de agua. La población urbana de Perú consume 350 litros de agua por día, y el acuífero está experimentando sobrepesca. Algunos de estos acuíferos tienen un período de renovación muy largo y se consideran aguas no renovables. En algunas partes del país, la demanda de agua ha aumentado en los últimos años. Una forma de almacenar agua es haciéndola pasar por un recipiente de todo tipo. Al capturar y almacenar aguas pluviales, los recursos que son tan preciados y no renovables como el agua se vuelve autosuficientes. El hecho de que se almacene la mayor parte del agua de lluvia proporciona una reserva muy conveniente que se puede utilizar durante una cantidad considerable de tiempo para diversas actividades.

Con el sistema de abastecimiento de aguas pluviales para inodoros, en la vivienda multifamiliar, en el distrito de Cajabamba, se permitirá de manera considerable la conservación de agua potable para consumo humano.

### **Objetivos**

#### **Objetivo general**

Determinar en qué medida el sistema de abastecimiento de aguas pluviales dirigido a los aparatos sanitarios, en la vivienda multifamiliar, en el distrito de Cajabamba, permitirá la conservación de agua potable para consumo humano.

#### **Objetivos específicos**

Caracterización y análisis de las aguas pluviales.

Determinar la propuesta para la recolección y explotación de aguas pluviales.

Realizar un sistema que independice la recolección de aguas pluviales.



## II. MARCO TEÓRICO

### ANTECEDENTES

Ortiz & Velandia (2017), en esta investigación Indica que las aguas pluviales se recolectaron y almacenaron directamente al aire libre, teniendo en cuenta que se utilizó como una alternativa para satisfacer las necesidades de agua de algunas de nuestras vidas diarias. Esta actividad se determinó en base a las características del desagüe del inodoro. Concluimos que el modelo de recolección y filtración de agua de lluvia proporciona una solución sostenible para la construcción y proporciona agua de calidad aceptable para los inodoros.

Chalco (2016), en este estudio señala que el consumo único es de 50 litros/habitante/día. Se necesita una cubierta de 25,29 m<sup>2</sup> para captar 18,25 m<sup>3</sup> de agua/persona/año para abastecer el elemento líquido. La precipitación en la zona de captación es de 721,44 mm/año. 1 m<sup>2</sup> recoge 1 litro de agua y 721,44 mm recoge 721,44 litros de agua. Por tanto, en el área de ensayo de 25,29 m<sup>2</sup> se obtienen 18,25 m<sup>3</sup> de elemento líquido. Per cápita durante todo el año para proporcionar soluciones sostenibles a la construcción y proporcionar a los residentes locales agua de calidad aceptable.

Burbano (2015), el propósito de este estudio fue desarrollar un sistema para recolectar y reutilizar el agua tratada de los hogares para reducir y disminuir el desgaste de agua potable para actividades no esenciales como la descarga de inodoros. Esto se determinó comparando el costo del proyecto con los suministros públicos de agua potable y camiones cisterna. En otras palabras, la cantidad de agua utilizada en el inodoro equivale al 11,38% de la cantidad de agua utilizada en el hogar. Por lo tanto, al reutilizar el agua del inodoro, los derrames se pueden reducir en el mismo porcentaje.

Cruz & Escobedo (2017), en este estudio, ejecutó un sistema que recoge y filtra el agua de lluvia. Esto permitió utilizar las aguas pluviales para las actividades del hogar, reduciendo el desabastecimiento en un sector de la población. De acuerdo con los resultados obtenidos, en función de la precipitación y determinación del sistema de la zona seleccionada, la vivienda.

Con relación a trabajos previos a nivel nacional se encontraron:

Chávez & Mayhua (2019), este estudio investigó la cantidad de agua pluvial causada por la precipitación en el área. Esto permite que el agua se use para descargar el inodoro cuando se trata en una planta de tratamiento.

Aranda (2015), en este estudio como respuesta para aumentar la cosecha y uso de agua de lluvia para fines tales como evacuación de baños, lavado de áreas comunes, etc. A favor de los habitantes de la zona, el proyecto cumple con los requisitos para cumplir con la meta general de poder hacer un uso técnicamente eficiente del agua en las instituciones educativas y población en general, ya que con la cantidad de lluvias en la zona y no disponibilidad de tiempo, se puede abastecer 48 % de la petición, se necesita un 52% de agua a la Universidad Nacional del Centro del Perú, y para un terreno de 220  $m^2$  con 6 personas, se puede atender el 100% de la cantidad consumida. La calidad del agua consistente y constante se logra mediante el tratamiento UV ampliamente utilizado. Tiene un diseño compacto que ahorra espacio y cabe fácilmente dentro de edificios, ya sea al aire libre, en un sótano o en un garaje. El montaje de estos dispositivos es muy sencillo y su funcionamiento es práctico. Como se mencionó, puede ser subsidiado, dependiendo de la ciudad, por lo que la inversión en costos de instalación será mínima ya que la operación está completamente automatizada gracias a la unidad de control central y al sistema automático de descarga.

Loza (2017), el propósito de este estudio fue implementar un sistema de agua regenerada en un edificio donde el agua generada por las duchas, lavabos y lavadoras se suministra al tanque del inodoro. El sistema pudo recuperar el 40 % del agua utilizada en el edificio, lo que supuso un ahorro económico para el propietario. Y lo más importante, crea un entorno sostenible para la vida humana y reduce la escasez de agua en la ciudad de Takuna.

León (2016), este estudio se basa en captar agua de lluvia a través del techo que se utilizará directamente en el hogar, como una alternativa a los tipos de ahorro para los apartamentos Sierra de Perú (Nueva ciudad de Morococha - Yauli - Junín) y, por lo tanto, una fuente anual, 95  $m^3$  se ha tomado anualmente, Dado que la escasez de agua se produce en muchas regiones debido a las condiciones climáticas (sequía) y la demanda de agua, así como el

empeoramiento de los escenarios previstos debido al cambio climático, existe la necesidad de encontrar fuentes de agua alternativas. Por ello, los recursos no tradicionales como la reutilización cobran especial importancia en los procesos de gestión del agua. Si bien la reutilización de aguas residuales se considera la más común y tiene el mayor potencial, la reutilización de otras aguas, como aguas grises y pluviales, en menor escala puede contribuir al uso de aguas residuales. La integralidad de los recursos hídricos disponibles y su gestión sostenible deben no ser descuidado. rescate. Esta práctica es de reciente aparición en Perú, pero ya está extendida en otros países europeos, y las instituciones son plenamente conscientes de ello, promoviéndola a través de subvenciones. Sin embargo, con una gran capacidad de recolección de agua, también requerirá un gran tanque de almacenamiento y una gran área de techo colectivo, por lo que deberá equilibrar para encontrar la solución más rentable. La rentabilidad del sistema puede verse obstaculizada ya que está previsto construir dos plantas más para un apartamento en el futuro, lo que aumentará el número de personas en el edificio y también aumentará la demanda de agua. Como resultado, el porcentaje de agua de lluvia será menor que el requerido. Sin embargo, esta situación puede conducir a un aumento en la demanda de agua, que de alguna manera puede satisfacer la demanda de agua de lluvia mediante la recolección de agua de lluvia. En cuanto a los beneficios ambientales, se puede concluir que siempre es conveniente optar por métodos no invasivos de abastecimiento de agua. En tales casos, el flujo de agua superficial o subterránea no se altera y no se fomenta la contaminación. Esto mantiene saludable la flora y la fauna en las áreas de origen y protege el medio ambiente de manera sostenible.

**HIDRÁULICA**, la presión hidráulica es una técnica que utiliza agua o aceite (generalmente un aceite especial) como medio para transmitir la energía requerida para mover y operar el mecanismo. Básicamente consiste en utilizar un elemento de un circuito hidráulico (compresor) para aumentar la presión de este líquido (aceite) y utilizarlo para un trabajo útil en un elemento de salida, normalmente llamado cilindro. Este aumento de presión se puede observar e investigar utilizando la ley de Pascal. Dado que el cilindro es un movimiento lineal con solo movimiento hacia adelante y hacia atrás, si se requiere otro movimiento,

se debe conectar al cilindro un mecanismo para cambiar el movimiento. Los sistemas hidráulicos utilizan aceite en lugar de aire comprimido, que se utiliza en la neumática. Muchas excavadoras, camiones de basura, automóviles, etc. Se utiliza un sistema hidráulico para accionar un mecanismo montado en un cilindro hidráulico accionado por aceite. Se llama energía hidroeléctrica, por lo que es seguro asumir que solo está usando agua. Además, rara vez se usa agua, solo aceite. Teóricamente, cuando se usa aceite, debería llamarse aceite hidráulico, pero no lo es. De hecho, cuando hablamos de aceite, agua u otros sistemas líquidos, usamos el término hidráulica, (Uriarte Industrial, 2019).

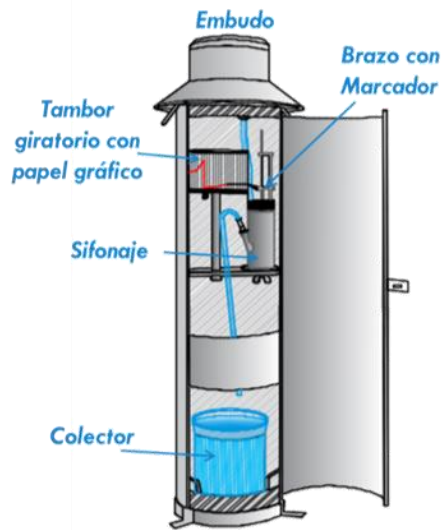
**PRECIPITACIÓN**, la precipitación es necesario, lo cual mantiene el equilibrio de la atmósfera. Sin precipitaciones, el planeta estaría un desierto. La lluvia ayuda a la flora, a los cultivos y nos proporciona agua potable, (Ventanas al Universo, 2008).

De acuerdo con Glosario de Meteorología (2019), la precipitación es el resultado de la altura a la que desciende el agua sobre una superficie plana y horizontal sin tener pérdida por infiltración o evaporación. Esta altura tiene como medida en milímetros (mm). La precipitación se mide con un pluviómetro o pluviógrafo.

El pluviómetro: Proporciona la precipitación total en milímetros a intervalos de tiempo regulares (generalmente 24 horas).

El pluviógrafo: Mide continuamente la precipitación a lo largo del tiempo. Este es el mismo pluviómetro con un mecanismo que puede marcar el curso temporal de la precipitación.

**Figura 4** El fluviógrafo



Fuente: tomado de (INTESCO, 2020)

(GUERRA ROMERO, 2019), Esta publicación trata sobre la reutilización de agua de lluvia y aguas residuales. Si bien no tienen una aplicación histórica mientras las aguas residuales se reutilicen y su frecuencia y cantidad no cambien, cada vez es más importante a pequeña escala como una alternativa sostenible para la gestión del agua.

**FORMAS DE PRECIPITACIÓN,** En la publicación (GUERRA ROMERO, 2019), las gotas de agua pequeñas son casi esféricas, mientras que las gotas de agua grandes son planas. Su tamaño oscila entre 0,5 y 6,35 mm y la tasa de caída varía entre 8 y 32 km/h según el volumen. Los diferentes tipos de precipitación se pueden categorizar según cómo caen. Los tipos suelen ser llovizna, chispear, lluvia, escarcha, chubasco, tormenta, nieve y granizo

Dependiendo del clima el sistema de captación sería óptimo. el sistema de almacenamiento abastecería una vivienda, en Cajabamba los climas en verano son fresco y los inviernos son fríos o nublado con alto porcentaje de lluvia donde se puede aprovechar para que el almacenamiento este constantemente lleno y pueda generar un funcionamiento continuo.

**Figura 5** Tipos de lluvias



Fuente: tomada de Taller tipos de precipitación (Rojotse, 2020)

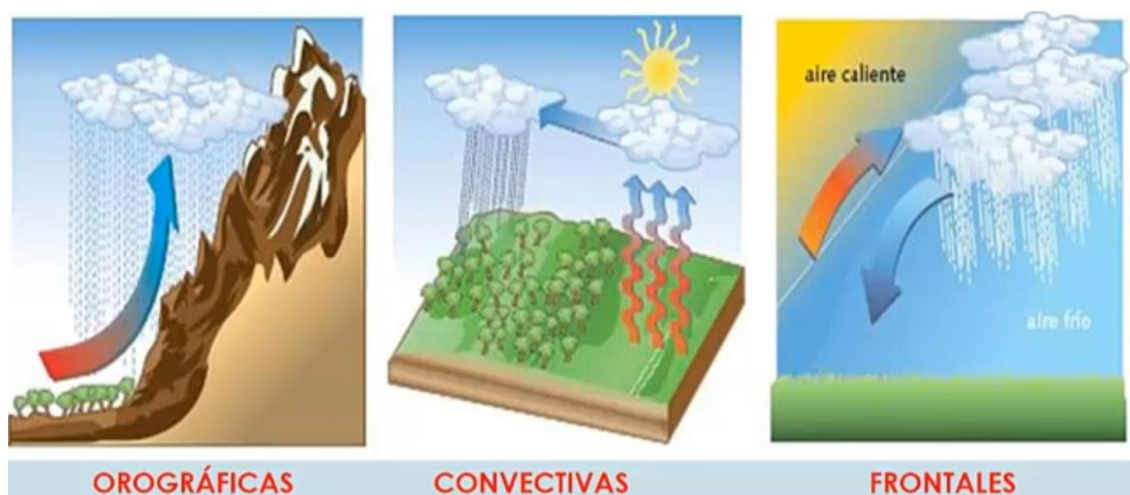
La crisis del agua se está desarrollando en muchas regiones y tiene una escala global. Por lo tanto, a lo largo de los años, ha aumentado la necesidad de encontrar nuevas fuentes de agua. (UNESCO, 2022)

El agua de lluvia siempre ha sido un recurso humano básico y por ello existen numerosos registros de civilizaciones que la han utilizado a lo largo de la historia, en la mayoría de los casos debido a climas áridos, que han desarrollado y fomentado sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia para su posterior uso.

Los tipos de intensidad de lluvia dependerá de cada departamento, el Perú es un país que tiene mucha biodiversidad, por eso implementar este sistema sería muy beneficio para los ciudadanos. especialmente a los pobladores de Cajabamba en esa ciudad el clima es muy beneficioso para implementar el sistema de captación que ayudaría a varios pobladores en la parte económica. (UNESCO, 2022)

Es importante señalar que los efectos de estos diferentes tipos de enfriamiento a menudo están inherentemente relacionados, por lo que la precipitación resultante no puede identificarse como un solo tipo.

**Figura 6** Tipos de precipitación



Fuente: Tomada de Tipos de precipitaciones (Nuñez, 2020)

En la figura nos muestra los tres tipos y como se desarrolla cada una dependiendo del territorio el clima cambia y forman diferentes precipitaciones.

Agua Potable: Agua potable desde agua potable pública y doméstica hasta alimentos y agua apta para el hogar. No debe contener sustancias u objetos extraños de origen biológico, orgánico, inorgánico o radiactivo que sean nocivos para la salud. Debe tener un sabor agradable, ser prácticamente incoloro, inodoro, transparente y transparente. El agua potable de los hogares es agua de fuentes públicas, pozos u otras fuentes almacenadas en embalses o tanques domésticos. Ambos deben cumplir con muchas propiedades físicas, químicas y microbiológicas para adaptarse al consumo humano. (Concepción Rey, 2006)

Agua Pluvial. Las aguas pluviales son una parte importante del ciclo del agua. Todos estos son conocidos por todos, por lo que no se detendrán por más tiempo del que se necesita exactamente. El valor de pH de las aguas pluviales no contaminadas es de aproximadamente 5-6. El pH suele ser un poco más alto (sin embargo, mucho más alto que el pH del agua del grifo, lo que provoca una decoloración que afecta a muchas personas, ya que el polvo de piedra caliza es arrastrado por el viento y cae con la lluvia. Especies de plantas urbanas que serán más bajas). Cuando los óxidos de nitrógeno y los óxidos de azufre están presentes en la atmósfera debido a la contaminación industrial, se producen ácido nítrico y ácido sulfúrico en combinación con el vapor de agua, y cuando son arrastrados por la precipitación, se forma un fenómeno llamado lluvia ácida.

El rango de pH es 4-2. y 4'4. Usar agua de lluvia para el jardín, el inodoro y para lavar ropa podría ahorrar hasta el 50% del agua potable que se utiliza en el hogar, (Aque Fundación 2020).

**Ventajas**, las aguas pluviales ayudan a los hogares de las zonas que no están conectadas a la red municipal a ser autosuficientes, conservando así este importante recurso y ahorrando suministros públicos. (AROCUTIPA LORENZO, 2013)

Utilizar agua de lluvia en zonas urbanas:

Reduce la necesidad de construir nuevas presas.

Protege el flujo de los ríos, pues disminuye la necesidad de extraer aguas de fuentes naturales durante la época de lluvias.

Reduce los costos de operación y mantenimiento de las redes municipales.

**Desventajas**, estos sistemas requieren un mantenimiento intensivo. El techo y las canaletas deben mantenerse limpios. La falta de mantenimiento del sistema conduce a riesgos para la salud. La temporada de lluvias generalmente se limita a unos pocos meses, por lo que, a menos que tenga una gran capacidad de toma y almacenamiento, necesitará una fuente de agua separada para el resto del año. (AROCUTIPA LORENZO, 2013)

**Características**, Limpia: La fuente más limpia de hecho si se compara con ríos, arroyos, lagos y otras reservas de agua dulce del mundo.

Gratis: El agua de lluvia es gratuita, cae en todos lados, y nadie te cobra por ella, la provee nuestro planeta tierra.

Manipulable: Mediante diques, represas y centrales de reserva, se puede almacenar agua de lluvia, especialmente para épocas de sequía.

Contaminable: El agua de lluvia también puede contaminarse por las emisiones de  $CO_2$  a la atmósfera, convirtiéndose así en lluvia ácida.

Duración: sucede durante un tiempo determinado, pueden ser minutos, días o semanas, pero siempre es un fenómeno que terminará tarde o temprano.



**Frecuencia**, la frecuencia de las lluvias varía de una región a otra. Hay poca lluvia en las zonas secas, pero por lo general llueve en las zonas tropicales. Hay varios grados de fuerza. En el caso de una lluvia muy ligera en forma de llovizna o de un auténtico aguacero con grandes gotas de agua, cuanto mayor sea la intensidad, menor será la duración.

**Medible**: el agua de lluvia puede medirse gracias al uso de equipos como pluviómetros, que se encargan de medir la cantidad de agua en mililitros.

**Es Dulce**: Toda el agua que cae del cielo es naturalmente dulce y sin sal, lo que la convierte en una de las mayores fuentes de agua dulce del mundo, (Hidropluviales, 2019).

**Caracterización química**, en conformidad con Vásquez, Alfaro, Sibaja, Hernández y Valdez (2011), la lluvia es ligeramente ácida y el pH natural es de aproximadamente 5,6 porque el CO<sub>2</sub> atmosférico se disuelve en el agua. La acidez de la lluvia depende del equilibrio de sustancias ácidas y alcalinas en la solución. La precipitación con pH <5.0 se considera lluvia ácida. Los altos valores de pH observados en muchas partes del mundo son el resultado de las emisiones de polvo alcalino, aerosoles marinos y NH<sub>3</sub>. Estas partículas alcalinas tienen una importante capacidad amortiguadora ya que el pH de la lluvia resultante puede superar 6,0 después de la adición artificial de especies ácidas. Se dice que la lluvia con un pH superior a 5,6 no se ve afectada por los humanos, pero cuando se ve afectada por factores humanos, tiene suficiente capacidad de amortiguación para neutralizar las especies ácidas existentes.

**Captación**, La caída natural o artificial a la superficie es la recolección, envío y almacenamiento de aguas pluviales. Los techos de drenaje urbano incluyen techos, estructuras, techos de almacenes, tiendas y entradas de vehículos. El agua almacenada se puede utilizar para cualquier propósito siempre que se utilice el filtro adecuado para cada aplicación. Se pueden usar filtros muy simples para aplicaciones básicas como ropa, pisos, inodoros y riego. El agua para la higiene personal y para beber debe utilizar un sistema de filtración independiente adecuado para estos fines. Las aguas pluviales se pueden capturar, recolectar y almacenar en tanques especiales para su uso posterior. Esto hará que sea más fácil soportar la estación seca y sobrevivir a futuras estaciones secas debido a la

escasez de agua debido a factores como el abuso de agua y la deforestación a gran escala en el planeta. El resultado es un sistema de captación de agua de lluvia en un futuro no muy lejano. Se convierte en un mecanismo de supervivencia, (Hidropluviales ,2019).

**Captación De Aguas Pluviales**, en relación con (Hidropluviales ,2019), el agua pluvial se recolecta, se aplica directamente a la tierra cultivada y se almacena en perfiles de suelo para su absorción inmediata por las plantas (riego por derrame) o para un uso productivo posterior (Por ejemplo, para riego suplementario). Área almacenada en el embalse.

Si el aprovechamiento del agua de lluvia en el interior de las viviendas en edificios construidos presenta cierta complejidad de diseño e implementación, es fácil aprovechar este recurso natural para regar los jardines de la ciudad, mucho más.

**Sistemas de Captación o Cosecha de Agua Lluvia** (Consejo & Graciela, 2019), un sistema de recolección de agua o un sistema de recolección de agua está diseñado para recolectar y usar aguas pluviales. Su uso doméstico consiste en un sistema instalado en el techo de la casa, donde se recolecta el agua, se drena a través de tuberías y se almacena en tanques o cisternas. Hay un sistema de elaboración simple que utiliza materiales disponibles localmente sin necesidad de la participación de expertos. El agua de lluvia recogida se puede utilizar en duchas, lavabos, inodoros, en combinación con filtros y para consumo humano. La introducción de sistemas de recolección de agua de lluvia es principalmente agua sin llenar para consumo humano y luego riego en comunidades donde las fuentes de agua subterránea y superficial no están completamente disponibles y no pueden satisfacer las necesidades clave. Muy importante para satisfacer sus necesidades. A continuación, se hace una descripción de los componentes de un sistema de captación de aguas lluvias:

**Canales y Tubería de Conducción**, su propósito es recolectar y drenar el agua de lluvia del techo. Se pueden utilizar varios materiales como bambú, aluminio y PVC. En este último caso se puede utilizar canalón prefabricado de PVC de 4 pulgadas con una longitud media de 9 m (1,5 lanzas). La elección del material depende del inventario local. (FAO, 2018)

**Filtro en salida de canal**, el filtro de salida del ducto consiste en un pequeño equipo hecho de aluminio o cemento de hierro. El filtro se instala en la entrada del tanque y sirve para limpiar el agua recolectada de impurezas que puedan ser extraídas del techo, como hojas y tierra. (FAO, 2018)

**Cisterna o tanque de almacenamiento**, el agua recolectada y filtrada se coloca en un tanque o tanque de agua. Hay diferentes tipos de tanques de agua que se pueden utilizar. Su elección depende de los materiales disponibles en su sitio y de las condiciones específicas de su sitio. Hay varios tipos aquí. (Cruz & Escobedo, 2017)

Tanque aéreo, Cuando se almacena agua, se instala un tanque de aire para que el sistema de suministro de agua funcione por gravedad y no requiera energía eléctrica para funcionar. Los tanques elevados pueden estar hechos del mismo material que los tanques de almacenamiento. La elección del material depende del inventario local, (Hidropluviales, 2019).

**Bombeo y tubería de conducción a tanque aéreo**, el agua almacenada en el tanque de agua se bombea hasta el tanque elevado. En el caso anterior, existe la opción de alimentación desde una fuente de alimentación alternativa. Las bombas solares se pueden comprar en tiendas especializadas, por ejemplo. También existen bombas manuales de rendimiento óptimo que se pueden fabricar en el campo, como la bomba Honduflexi. Otra opción interesante es una bomba que funciona por la acción del viento con la ayuda de un molinillo.

En general, la captación de agua de lluvia se considera una alternativa conveniente y adecuada cuando la precipitación anual supera los 600 mm. También hay áreas donde puede recolectar, tanto en áreas elevadas (como techos) como en el nivel del suelo. Estas condiciones específicas del sitio se complementan con datos estadísticos sobre la población y la precipitación, que deben desglosarse de manera que permitan una imagen más clara de la demanda y disponibilidad de agua, (AROCUTIPA LORENZO, 2013).

En el diseño de soluciones de captación de agua de lluvia se tiene los siguientes parámetros:

Asignación: Establecida en base al uso de agua que se busca cubrir. Área de recolección: se aplica a las superficies de los techos que se pueden usar para la recolección.

Ducto: Recibe el agua captada y, luego de haber captado o removido el mayor sólido arrastrado, permite su traslado a una estructura de almacenamiento.

Filtración: ayuda a eliminar las partículas sólidas gruesas.

Almacenamiento: Será la estructura principal para dar un marco a la capacidad de respuesta durante la estación seca.

Distribución de agua: Brinda acceso al agua recolectada y almacenada para el uso diario en las tareas domésticas.

**Beneficios de la recolección de agua de lluvia**, el sistema de captación de agua de lluvia tiene sus ventajas. Explicaremos brevemente las principales y sus ventajas frente al sistema urbano de redes de distribución subterráneas tradicionales.

Frente a los usos agrícolas tradicionales de estas aguas, ahora se acepta más el tipo urbano. Su potencial de crecimiento es igualmente importante, ya que más del 40% del consumo de agua se gasta en el hogar, que puede ser reemplazada por agua de lluvia, preservando así agua de mayor calidad para las aplicaciones más restrictivas.

No se requiere ablandador de sal ya que la dureza del agua de lluvia es baja o nula.

El agua de lluvia contiene bajos niveles de sodio y es importante para las personas que siguen una dieta baja en sodio. (Correa Avendaño, 2021)

Según Soto Aguilar, (2012), el uso de aguas grises tiene una serie de beneficios que deben ser considerados. La calidad del agua consistente y constante se logra mediante el tratamiento UV ampliamente utilizado. Tiene un diseño compacto que ahorra espacio y cabe fácilmente dentro de edificios, ya sea al aire libre, en un sótano o en un garaje. El montaje de estos dispositivos es muy sencillo y su funcionamiento es práctico. Como se mencionó, puede ser

subsidiado dependiendo de la ciudad, así que solo invierta en costos mínimos de instalación ya que la operación está completamente automatizada gracias a la unidad de control central y al lavado de autos. Este es un mecanismo eficaz y seguro porque en algunos casos no se utilizan productos químicos en el proceso.

Según Soto Aguilar, (2012), El agua de lluvia no es una fuente de agua durante la estación seca (octubre a mayo), y la cantidad de agua suministrada disminuye durante la estación lluviosa, por lo que se puede restringir el uso de aguas subterráneas para proteger el medio ambiente. Por lo tanto, a medida que la sociedad aprende a captar y utilizar las aguas pluviales, la cantidad requerida por las redes colectivas disminuye, lo que se traduce en tiempos de bombeo más cortos. Aumento de la precipitación de organismos agrícolas, así como los beneficios ambientales de preservar la cantidad de agua subterránea asignada a las ciudades por el Departamento de Agua para uso urbano.

Factores técnicos. El proceso de adaptación técnica comunitaria o familiar para implementar y diseñar un sistema de captación de agua de lluvia requiere una comprensión clara de los componentes que componen este sistema:

Factores materiales (techos y cisternas que tenemos, o espacios Construir o instalar, filtrado del sistema, etc.).

Condiciones naturales (lluvia, intensidad de la tormenta, duración de la temporada) Variables sociales (número de miembros de la familia y la comunidad, hábitos de consumo, etc.)

Expectativas o beneficios (usos que requieren agua) para lograr la dimensión adecuada del sistema, lo anterior es lograr el mayor beneficio posible con la menor inversión.

Superficies de captación. Es necesario considerar los techos disponibles y disponibles y/o los techos edificables. Para ser utilizado como zona de captación de agua de lluvia, requiere una adecuación y un cuidado óptimo. El techo es la parte superior del edificio (edificio, casa, cabaña, habitación, etc.) y ayuda a protegerlo del medio ambiente como el clima, la lluvia, el viento y el sol. Evite introducir estos elementos en el interior, (FIDA, 2011).

**Figura 7** Cisterna de captación independiente doméstico



Fuente: Tomada de Captación de agua de lluvia en techos (Arkiplus, 2018)

**Clasificación del sistema de recolección de agua de lluvia**, según (FIDA, 2011), se han utilizado diversos sistemas para la recogida y aprovechamiento de las aguas pluviales. Por tal motivo, a continuación, se identifican eficiencias y captaciones de agua en base a caudales de agua o suelos naturales, caminos y terrazas. Otra desventaja es que la disponibilidad de agua se limita a las temporadas de precipitación altas y varía para cada región del país, además depende del tamaño del área de captación y del tamaño de cisterna de la edificación en caso de ya estar implementada.

Uno de los principales problemas de la reutilización de aguas pluviales y residuales es la falta de un marco normativo que regule su uso. No existen leyes que rijan el uso del agua de lluvia en América del Sur. De igual forma, no existe normativa nacional, autonómica o local sobre criterios de calidad sanitaria para la reutilización de aguas pluviales o residuales domésticas. A continuación, se comprende el sistema detallado.

Como hemos visto, se utilizó el sistema utilizado por los humanos. Esta clasificación incluye técnicas de recolección de agua de lluvia que utilizan la

escorrentía superficial. Se captura en el techo o en la superficie del terreno y luego se almacena en varios tipos de tanques de agua para su uso en la vida cotidiana, que incluyen:

Los sistemas de recolección de agua de lluvia se han introducido en los últimos años, pero en otros países europeos como Alemania, Francia, Gran Bretaña y Escandinavia, estos sistemas han sido promovidos y controlados legalmente por agencias gubernamentales y financiados durante décadas. Para ciudadanos que quieran instalar bolas de algodón en sus viviendas, además de establecer estrictas normas de integración en nuevas edificaciones y mejorar la durabilidad. Muchos factores influyen en la popularidad de estas tecnologías en diferentes países, donde se encuentran muchas. Por otro lado, es un país con un desarrollo económico e industrial avanzado. Además, tienen una larga tradición en la implementación de estándares de desarrollo sostenible, distinguidos por una excelente conciencia ambiental y social.

Captación en manantiales con barriles: En lugar de recolectar agua de lluvia, los barriles también se pueden utilizar para utilizar manantiales, reventadero o manantiales comúnmente conocidos como manantiales.

Esta técnica consiste en la construcción de una pequeña presa de mampostería, ladrillo u hormigón con caños de desagüe mediante la inserción de malla de alambre en el caño de acceso al tanque para evitar el ingreso de contaminantes. (FIDA, 2011).

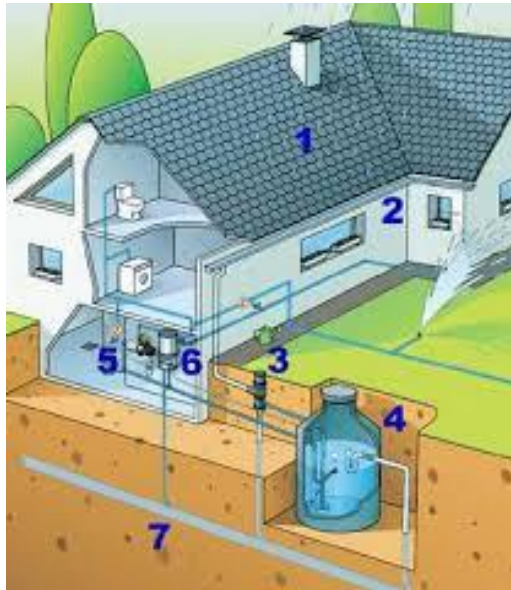
Vamos a observar los beneficios y los contras de la utilización de agua de lluvia para el uso del ser vivo

**Agua de lluvia de alta calidad**, es un sistema autónomo, perfecto para comunidades remotas distribuidas, (Hidropluviales, 2019).

El tipo de diseño de un techo para la captación de agua de lluvia es importante ya que nos permitiera recolectar mayor agua para la vivienda. En el techo habrá una área de captación de agua, esa área tendrá una pequeña pendiente que permitiera recolectar esa agua a un tanque de almacenamiento, desde ese tanque el agua será transportada por las tuberías que están conectadas con la vivienda para su respectivo uso.

Tener un biodigestor ayudara para que el agua que ingrese a la vievienda sea limpia y con menos olores. Para que no genere enfermedades o los niños del hogar pueda contagiar de una enfermedad.

**Figura 8** Techos captadores de lluvia



Fuente: Tomada de estado del arte de los sistema de captación (MONTERO DURÁN, 2016)

Como se mencionó anteriormente, el concepto de reutilización del agua incluye dos fuentes de agua distintas a las residuales, es decir, las aguas pluviales y las aguas residuales, que tienen un gran potencial de uso.

**Tipos de techos de acuerdo con el material de construcción**, el techo es el componente más importante del sistema. Debe ser de un material estanco, liso y uniforme (sin deformaciones) para que el drenaje y la conducción sean por gravedad. En las zonas urbanas los techos son de hormigón, chapa galvanizada y antimonio. En las zonas rurales, los materiales de construcción son bastante diferentes. Los más habituales son el hormigón, el tablero de amianto, la chapa galvanizada, la madera, la arcilla o las tejas y pajas de hormigón. El techo debe mantenerse limpio y libre de hojas y otros desechos para que el agua recolectada sea de buena calidad, (Hidropluviales, 2019).

**Tuberías de aguas pluviales (vías de agua y tuberías)**, una tubería es un sistema de tuberías que puede estar hecho de una variedad de materiales y cumple la función de permitir el transporte de líquidos, gases o sólidos en



suspensiones (mezclas) de manera eficiente de acuerdo con estándares estandarizados. a las necesidades del trabajo a realizar. Existen tuberías metálicas fabricadas en diversos materiales como las tuberías de hierro fundido, acero, cobre y bronce. Los no metálicos pueden ser de cerámica, hormigón, poliéster, PVC, polietileno (PE) y polipropileno (PP).

**Figura 9** Instalación de tuberías



Fuente: Tomada de Systeme de control de aprovechamiento de aguas pluviales (aguas residuales, 2020)

Una alternativa de reutilización de alto potencial es el agua de lluvia, ya que el sistema de captación es suficiente para la recolección. Este sistema tiene una serie de ventajas como el ahorro de energía porque evita todo el proceso de extracción, los sistemas de distribución y bombeo para transportar a la zona de abastecimiento, y el procesamiento necesario para asegurar la calidad. Para fines domésticos y relativamente barato por considerarse limpio. agua en comparación con otras aguas dulces. Si es cierto hablar de grandes depósitos de agua de lluvia, al igual que los tanques de tormenta, los costos de instalación aumentan. Otra desventaja es que la disponibilidad de agua es limitada durante las temporadas de lluvias altas y varía para cada región del país, y también depende del tamaño del área de captación y del tamaño del reservorio del edificio, si se hace.

**Canaletas**, una canaleta es una estructura ubicada al final del techo que drena y atrapa el agua que cae por la pendiente y la guía a un lugar de almacenamiento. El canalón requiere las siguientes propiedades:

Dimensionamiento del volumen de esorrentía.

Única pendiente hacia el tubo de conducción.

Una estructura como soporte para el peso del agua cuando esté en función a la carga.

Ser mantenidas limpias, sin impedimentos al desplazamiento de la escorrentía.

Boca de salida suficiente para el caudal máximo.

Las canaletas son a menudo la causa de la pérdida de agua debido a la mala posición con respecto al flujo de agua durante las lluvias intensas, el mal montaje para soportar las cargas de agua, la deformación y la obstrucción debido a la acumulación de escombros en días no lluviosos. El material debe ser liviano, duradero, fácil de ensamblar, consistente con la superficie de la instalación (área urbana) y no contaminado con compuestos orgánicos o inorgánicos. Por lo tanto, es recomendable colocar una malla para evitar escombros, sólidos y hojas para no obstruir el flujo en la tubería de conducción. La calidad del agua depende de la calidad de la fuente de agua, la recuperación, el tratamiento, la exposición a contaminantes durante el almacenamiento y cuándo llega al consumidor. Un sistema de recolección de agua de lluvia en la azotea que consta de un sistema de recolección (techo), un sistema de transporte (trufa o tubería) y un sistema de almacenamiento (tanque o cisterna) puede causar la contaminación del agua en cualquiera de estas etapas. Las aguas pluviales generalmente se consideran no contaminadas, o al menos no muy contaminadas, pero pueden ser ácidas y contener trazas de plomo, pesticidas, etc., según la ubicación y los vientos predominantes. Si cae sobre el techo y recoge suciedad, y si es una superficie metálica, derrite los metales pesados y entra en los cojinetes, lo que provoca la contaminación. Dependiendo del material utilizado, puede cambiar durante el almacenamiento, (aguas residuales, 2020).

**Almacenamiento**, La ventaja de este sistema es reservar la cantidad de agua de lluvia necesaria para el diario vivir, especialmente en la estación seca. El tanque es de alta durabilidad y lo que es necesario para obtenerlos son estos requisitos:

Impermeable para evitar la pérdida de agua por gotas o sudor.

Al menos 2 metros de altura para minimizar la sobrepresión.

Cubrir para evitar la entrada de polvo, insectos y luz solar.

Hay una rejilla con una capa higiénica que es lo suficientemente ancha para que la gente pueda entrar para la limpieza y las reparaciones necesarias.

Las puertas y vertederos deben tener redes para evitar la entrada de insectos y animales. (Hidropluviales, 2019).

Información Pluviométrica, según Wikipedia (2018), los elementos anteriores, para progreso del diseño, se debe contar con la investigación de precipitación en el área durante al menos 10 años consecutivos para aumentar la confiabilidad del diseño. Promedio mensual de  $p$  utilizando los datos diarios obtenidos

$$P = \frac{\sum Pp_i}{n}$$

Dónde:

$Pp_i$ : precipitación promedio mensual del mes "i" de todos los años evaluados (mm/mes)  $n$ : número de años evaluados  $p_i$ : valor de precipitación mensual del mes "i", (mm).

Cabe señalar que la aceptación incondicional de recursos únicos como la reutilización de aguas residuales se basa principalmente en su potencial y no en experiencias diferentes como ocurre con otros recursos como el bombeo de agua o la desalinización. En este caso, sería interesante poder llevar todas estas alternativas al escrutinio público en áreas donde la coexistencia del agua de lluvia y el agua reciclada con otras soluciones tradicionales es más popular y familiar para los usuarios. Sin embargo, dada la disminución general en el uso urbano del agua en esta y otras regiones, parece poco probable que los recursos alternativos se hayan convertido en la norma para el sector doméstico, al menos, especialmente en el corto plazo.

### III. METODOLOGÍA

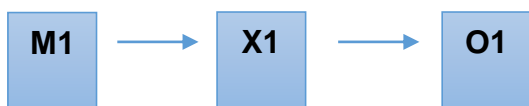
#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación**, este proyecto de investigación es transversal y descriptivo. Es decir, el análisis de síntomas se realiza cuando se presenta en una situación natural. Por lo tanto, estamos investigando la posibilidad de utilizar aguas pluviales para el sistema de suministro de instalaciones sanitarias en edificios de apartamentos en el área de Cajabamba.

**Diseño de investigación**, el presente proyecto de investigación se desarrolló con un diseño no experimental cuantitativo que al ser implementado pueda abastecer de agua lluvia al edificio de departamentos y encontrar oferta y demanda para la implementación de un sistema que funcione correctamente. Aplicación de los siguientes esquemas en la encuesta:

El diseño se ejecutará de la siguiente manera.

**Figura 10** Secuencia de Investigación



M1: Diseño de abastecimiento de agua para inodoros.

X1: Innovación de sistema para uso de aguas pluviales.

O1: Resultado.

#### 3.2. Variable y Operacionalización

**Variable 1:** Sistema de aprovechamiento con aguas pluviales para abastecimiento en aparatos sanitarios.

**Variable 2:** Conservación de agua potable para consumo humano.

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** La población conforma por todas las personas que viven en la vivienda multifamiliar, ubicado en el distrito de Cajabamba.

**Muestra:** La muestra será toda la vivienda multifamiliar, que constituye los 4 pisos existentes donde se desarrollará el uso de aguas pluviales.

**Muestreo:** Es el tipo no pirobalística, por lo que se eligió la muestra adecuada.

### **3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos**

Estás son la identificación de los usos potenciales de la red de agua y desagüe existente en la vivienda.

**Técnicas:** Encuestas, Recoge datos a través de encuestas previamente diseñadas y proporciona trípticos, gráficos o tablas sin cambiar el entorno o fenómeno en el que se recoge la información. Los datos se obtienen haciendo una serie de preguntas estandarizadas dirigidas a una muestra representativa.

**Ficha técnica:** Herramienta que permite informar de una manera estandarizada y sencilla las características técnicas del trabajo de investigación.

### **3.5. Procedimientos**

Se tomó como base la determinación de la precipitación del sitio de estudio, y los datos de intensidad de lluvia de 30 años para el área de estudio entregados por el SENAMHI, a partir de la información obtenida por el SENAMHI, se pueden generar los datos de precipitación promedio mensual.

### **3.6. Método de análisis de datos**

**Volúmenes de Almacenamiento:** Con base en estos datos, se determinará la precipitación mensual promedio, así como la oferta y demanda de agua, que luego determinará la cantidad requerida de almacenamiento. Se utilizará Excel para realizar los cálculos necesarios.

**Sistema de Conducción:** En base a los datos de consumo recibidos, se determinará el diseño de los canalones y los canales actuales, teniendo en cuenta, el sistema de conducción va dirigido desde la captación hasta la cisterna para luego ser conducido (bombeado) hacia el tanque elevado y así ser distribuido solo a los inodoros.

El programa para usarse para análisis de datos será el Excel.

### **3.7. Aspectos éticos**

Los ingenieros están al servicio de la sociedad. Por consiguiente, tienen la obligación de contribuir al bienestar humano, dando importancia primordial a la seguridad y adecuada utilización de los recursos en el desempeño de sus tareas profesionales.

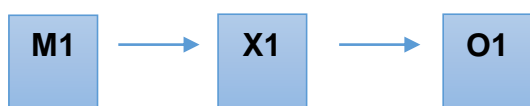
#### IV. RESULTADOS

**Tipo de investigación**, este proyecto de investigación es transversal y descriptivo. Es decir, el análisis de síntomas se realiza cuando se presenta en una situación natural. Por lo tanto, estamos investigando la posibilidad de utilizar aguas pluviales para el sistema de suministro de instalaciones sanitarias en edificios de apartamentos en el área de Cajabamba.

**Diseño de investigación**, el presente proyecto de investigación se desarrolló con un diseño no experimental cuantitativo que al ser implementado pueda abastecer de agua lluvia al edificio de departamentos y encontrar oferta y demanda para la implementación de un sistema que funcione correctamente. Aplicación de los siguientes esquemas en la encuesta:

El diseño se ejecutará de la siguiente manera.

**Figura 11** Secuencia de investigación



M1: Diseño de abastecimiento de agua para inodoros.

X1: Innovación de sistema para uso de aguas pluviales.

O1: Resultado.

Variable y Operacionalización: Se presen está investigación mediante las variables

**Variable 1:** Sistema de aprovechamiento con aguas pluviales para abastecimiento en aparatos sanitarios.

**Variable 2:** Conservación de agua potable para consumo humano.

Población, Muestra, Muestreo y Unidad de análisis.

**Población:** La población conforma por todas las personas que viven en el en la vivienda multifamiliar, ubicado en el distrito de Cajabamba.

**Muestra:** La muestra será toda la vivienda multifamiliar, que constituye los 4 pisos existentes donde se desarrollará el uso de aguas pluviales.

**Muestreo:** Es el tipo no pirobalística, por lo que se eligió la muestra adecuada.

**La unidad de análisis:** Estás son la identificación de los usos potenciales de la red de agua y desagüe existente en la vivienda.

**Técnicas:** Encuestas, Recoge datos a través de encuestas previamente diseñadas y proporciona trípticos, gráficos o tablas sin cambiar el entorno o fenómeno en el que se recoge la información. Los datos se obtienen haciendo una serie de preguntas estandarizadas dirigidas a una muestra representativa.

**Ficha técnica:** Herramienta que permite informar de una manera estandarizada y sencilla las características técnicas del trabajo de investigación.

**Procedimientos:** Se tomó como base la determinación de la precipitación del sitio de estudio, y los datos de intensidad de lluvia de 30 años para el área de estudio entregados por el SENAMHI, a partir de la información obtenida por el SENAMHI, se pueden generar los datos de precipitación promedio mensual.

**Volúmenes de Almacenamiento:** Con base en estos datos, se determinará la precipitación mensual promedio, así como la demanda y el suministro de agua para luego determinar la cantidad de almacenamiento requerida. Se utilizará Excel para realizar los cálculos necesarios.

**Sistema de Conducción:** Sobre la base de los datos de consumo recibidos, se determinará el diseño del canalón y el canal actual, teniendo en cuenta, el sistema de conducción va dirigido desde la captación hasta la cisterna para luego ser conducido (bombeado) hacia el tanque elevado y así ser distribuido solo a los inodoros.

El programa para usarse para el procedimiento será el Excel.

### **Caracterización y análisis de las aguas pluviales**

De acuerdo a los resultados de la evaluación de características pluviales en laboratorio (Colecbi), el agua de lluvia en el área de estudio de Cajabamba cumple con el límite máximo permisible de agua potable exigido por el reglamento de calidad del agua destinada al consumo humano. Confirmado (Título IX Requisitos de Calidad del Agua para Consumo Humano, Art. 63 Parámetros de Control Requeridos, p.28). A continuación, ésta presente Tabla 2 muestra la comparación de los valores analizados vs los valores obligatorios según el Reglamento de calidad de Agua.

**Tabla 1**

Límites máximos permisibles para consumo humano en aparatos sanitarios vs resultados de análisis de muestra.

	Valores de análisis
<b>Coliformes Totales y Termotolerantes</b>	0
<b>Ph</b>	7,06
<b>Color (UCV)</b>	<1
<b>Turbidez (NTU)</b>	<1

Fuente: Elaboración Propia.

Comentario: El agua de lluvia tiende a ser ligeramente ácida y el pH natural es de aproximadamente 5,6. Esto se debe a que el  $CO_2$  de la atmósfera se disuelve en agua, por lo que la acidez de la lluvia depende del equilibrio de sustancias ácidas y alcalinas en la solución. Las precipitaciones con un pH <5,0 se consideran lluvia ácida, y los valores de pH superiores a 5,0 son el resultado de emisiones alcalinas. La presencia de coliformes no puede vivir en aguas pluviales porque las nubes son masas de aire visibles con cristales de hielo flotantes debido a la formación de lluvia. Recomendamos el uso de recipientes altamente esterilizados para el muestreo para eliminar coliformes (bacterias patógenas) completas y resistentes al calor.

### **Determinar la propuesta para la recolección y explotación de aguas pluviales.**

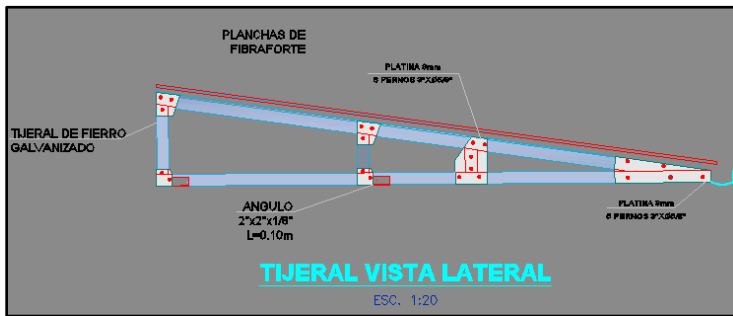
Esta propuesta esta detallada por los siguientes elementos de Recolección y Explotación de las aguas pluviales

**Captación:** Esta superficie, destinada a recoger directamente el agua de lluvia, se coloca directamente sobre la cubierta, aprovechando mejor la gran superficie de recogida y diseñando una especie de embudo de invernadero de plástico (polietileno) con una pendiente moderada del 5% o más, que facilita el drenaje. Se transferirá al sistema de recolección.

Datos Obtenidos: Área de recolección del agua de lluvia:  $136.8 m^2$ .



**Figura 12** Tolva de recolección



Fuente: Elaboración propia.

**Recolección y conducción:** Este componente en el sistema de recolección de aguas pluviales es muy importante ya que envía el agua recolectada directamente al tanque de almacenamiento. Consiste en canaletas que se acumulan en el borde inferior del techo y deben recoger el agua antes de que toque el suelo. La casa cuenta con canaleta galvanizada D=10 cm y canaleta de PVC de 2 pulgadas colocada en ángulo de 90° para recoger el efluente recogido por la tapa de polietileno y enviarlo al tanque de almacenamiento. Al conectar una canaleta a la canaleta, puede controlar los sólidos más gruesos, como hojas y palos.

Consideraciones para definir las canaletas:

Deberán tener una concavidad muy pronunciadas para estabilizar el agua y no sobre salga o halla un derrame de liquido.

Las canaletas estarán bien adosadas a los bordes más bajos del techo.

El techo de prolongará en el interior de la canaleta como mínimo un 20%.

Las uniones entre las canaletas serán impermeables y lo más lisa posible para rehuir el embalsamiento del agua.

**Almacenamiento:** Para almacenar el agua de lluvia recolectada, se decidió utilizar un tanque de agua con su propio sistema de tanque elevado, el cual se realiza de acuerdo con las necesidades de los consumidores. El depósito es rectangular, de hormigón armado, combinación de bomba elevadora y depósito elevado, cuya capacidad está en función del consumo diario. Las dimensiones se muestran en el modelo computacional y los resultados en función de la cantidad de aguas pluviales recogidas. Para determinar la capacidad del embalse se debe tener en cuenta que 128,63 m<sup>3</sup> de aguas pluviales no se distribuirán en la época de lluvias frías, que es el récord de precipitaciones de la

estación meteorológica de la región (Estación Cajabamba). Según registros de 30 años, la precipitación máxima es de  $25,2 m^3$  y la mínima de  $0,95 m^3$ . Entonces, se diseñará la cisterna de almacenamiento para un evento máximo registrado de:

Volumen de cisterna=  $18.87 m^3$ .

Dimensionamiento de cisterna=  $3.1 * 2.8 * 2.17$

El siguiente elemento, se hallará la capacidad de almacenamiento del tanque elevado que suministrará a los aparatos sanitarios, esto es:

Volumen de tanque elevado=  $6.29 m^3$ .

Asumiremos un Tanque industrial de polietileno de alta densidad de capacidad de  $10 m^3$ .

**Red de distribución de agua y sistema de bombeo:** Llega a los puntos hidráulicos donde se abastece pluvialmente: inodoros, lavabos, duchas y tinajas, pero las redes existentes continúan abasteciendo de agua potable a estas unidades. Se han añadido válvulas de retención a esta red existente para evitar la mezcla con el agua de lluvia. El cálculo hidráulico se realiza mediante el proceso Hunter, y según el proyecto se colocarán una serie de instalaciones sanitarias en cada planta para conseguir lo siguiente:

Unidades de Gasto totales= 18.5

Caudal Máximo diario= 0.5 l/s

Para los sistemas de bombeo, el equipo que instale debe tener la potencia y la capacidad para generar suficiente flujo para satisfacer la demanda máxima que necesita. Las referencias se detallan en Cálculos y Resultados, teniendo en cuenta lo siguiente:

**Figura 13** Electrobomba fuente Sodimac



Fuente Sodimac

Potencia: 1 Hp

Caudal= 100 L/min

Capacidad= 3 pisos.

Se asumirá un Caudal Promedio que pasa por las instalaciones sanitarias, según IS.010 - R.N.E.

$Q_p = 0.12 \text{ lt/s}$

Diámetro de las tuberías de distribución:

Se asumirá un caudal promedio que pasa por las instalaciones sanitarias, según IS.010 - R.N.E.

$Q_p = 0.12 \text{ litros/s}$

Entonces se cumplirá que  $Q_d > Q_p$ :

$Q_p = 0.12 \text{ litros/s}$

$Q_d = 0.34 \text{ litros/s}$

Por lo tanto, es caudal será:

$Q = 0.34 \text{ litros/s}$

El diámetro de las tuberías de distribución es = 1/2"

Diámetro de la tubería de alimentación:

Cumplirá que  $Q_d > Q_{\text{bombeo}}$ :

$Q_{\text{bombeo}} = 0.45 \text{ litros/s}$

$Q_d = 3.77 \text{ litros/s}$

Por lo tanto, tomamos el siguiente caudal:

$Q = 3.77$  litros/s

Por lo tanto, el diámetro de las tuberías de alimentación es 1 1/2"

Diámetro de la tubería de impulsión y succión:

Para,  $Q = 2.40$  litros/s

Se obtiene:

Diámetro de impulsión es 1 1/2"

Diámetro de succión es 2"

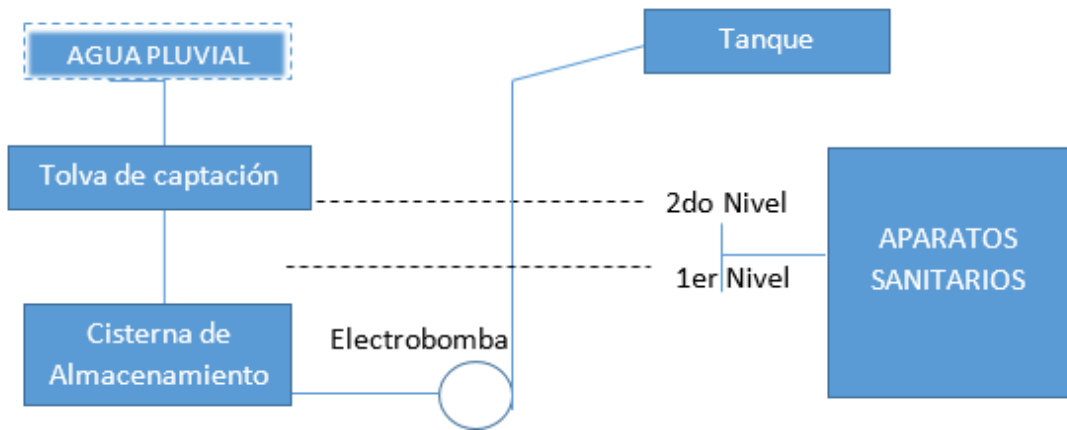
Diámetro de desagüe es de 2"

### Realizar un sistema que independice la recolección de aguas pluviales

El distrito de Cajabamba (coordenadas UTM: 826221.834E, 9155943.805N) han sido seleccionadas para el desarrollo de proyectos de investigación y cuentan con suministro de agua potable, alcantarillado y energía eléctrica, se adjunta plano detallado y especificaciones técnicas

Área total de la casa = 160m<sup>2</sup>

**Figura 14** Esquema de captación y conducción de Agua pluvial.



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 15** Plano de Red de Agua Pluvial, Elaboración Propia.



## V. DISCUSIÓN

En la investigación de Ortiz y Velandia señalaron que las aguas pluviales recolectadas satisfacen las necesidades como actividad diaria, teniendo como recolección directa y almacenamiento de las aguas pluviales filtradas para uso en inodoros, no obstante, en nuestro estudio se respetaron los parámetros para uso doméstico, dicho reglamento rige y prima la calidad de agua para viviendas, lo cual en nuestro estudio se realizó el estudio completo.

Chalco, en su proyecto de investigación, señala que obteniendo como resultados de sus cálculos hidráulicos, analiza que  $18,25 \text{ m}^3$  fue su captación de oferta bajo una captación de  $25,29 \text{ m}^2$ , lo cual su sistema en una captación sostenible para dicha vivienda, por lo consiguiente nuestro sistema de captación es manejado bajo un diseño, calculando nuestra oferta y demanda de  $25,2 \text{ m}^3$  y  $2,4 \text{ m}^3$ , pero dicho cálculo debe ser sustentado bajo data de precipitación Anual de dicha zona, por lo que manejando datos reales se obtiene un valor congruente para el diseño.

El estudio realizado por Burbano determinó que de los cálculos desarrollados en su demanda total es de  $11,38\%$ , cantidad de agua utilizada para el hogar solo para inodoros, no obstante, nuestro estudio acopia un  $8,88\%$  de demanda de agua pluvial para satisfacer los aparatos sanitarios de nuestra vivienda. Dicho cálculo es manejado bajo nuestro diseño independiente de reutilización.

León, en conformidad a su estudio de investigación, señaló que, obtuvo una capacidad de almacenamiento de  $31.95 \text{ m}^3$ , lo cual analizó dichas variables ambientales y beneficios para el cumplimiento de su captación pluvial, su área de recepción halló  $46 \text{ m}^2$  siendo menor al terreno que ofertará con un valor de  $112 \text{ m}^2$ , mencionando que teniendo un área menor si generará el abastecimiento de dicha vivienda y cumpliendo con la necesidad, por lo tanto, se debate que con la evaluación realizada por nuestro estudio de investigación, se concluye que la oferta es el valor principal como respuesta si cumple o no a la necesidad de abastecimiento, ese valor debe ser mayor a la demanda diseñada, así cumplirá con el objetivo principal de satisfacer la necesidad.

## VI. CONCLUSIONES

El análisis y caracterización del agua pluvial que determinó el Laboratorio de Colecibi, muestreada de la zona de estudio, Cajabamba, cumple con los valores óptimos permisibles para consumo humano de agua potable, según lo indica el Reglamento de calidad de Agua, dichos valores rigen para la utilización, no obstante, se tomará en consideración el método de recepción de muestras bajo una guía estricta, teniendo como resultado valores óptimos permisibles.

La hipótesis de nuestro proyecto de investigación se confirma, en la precipitación de oferta en la zona de estudio y el espacio de captación como demanda disponible se logra abastecer la necesidad satisfactoriamente a los aparatos sanitarios, siendo un complemento al recurso no renovable de agua potable, siendo este como funcionamiento de sistema independiente.

La propuesta de diseño hidráulico sanitario para la captación, recolección y distribución del agua pluvial en la vivienda multifamiliar, se consideró los siguientes aspectos:

Se determinó la precipitación media anual en la zona de estudio con registros de precipitación brindados por SENAMHI.

Con base al proyecto arquitectónico se calculó el diseño independiente para la captación de agua pluvial.

Se definió la actividad de distribución que generará el agua pluvial y se estimó el volumen ofertado.

Se propuso la capacidad de la cisterna para el almacenamiento del agua pluvial y del tanque elevado que distribuirá dicha agua reutilizable.

## **VII. RECOMENDACIONES**

En zonas no consideradas por el desarrollo que emplea el gobierno de agua potable y cuenten con una precipitación alta, se explore el uso de aguas pluviales, con el fin de optimizar dicho recurso, por lo que la intervención de un buen análisis y estudio de campo complementará al desarrollo de muchos centros poblados para una satisfactoria calidad de vida, teniendo este recurso como complemento de sistema independiente, reutilizando y distribuyendo hacia aparatos sanitarios en las viviendas.



## REFERENCIAS

- Aguas residuales. (2020). *aguasresiduales*. Obtenido de <https://www.aguasresiduales.info/revista/blog/instalacion-mantenimiento-y-sistema-de-control-de-aprovechamiento-de-aguas-pluviales>
- Aranda. (2015). Diseño del sistema de captación de agua pluvial en techos como alternativa para el ahorro de agua potable en la ciudad de Huancayo. *tesis para título profesional*. Universidad Nacional del centro de Perú, Huancayo.
- Arkiplus. (2018). *Arkiplus*. Obtenido de <https://www.arkiplus.com/captacion-de-agua-de-lluvia-en-techos/>
- AROCUTIPA LORENZO, J. H. (2013). *"EVALUACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA DE UNA PLANTA DE*. Puno.
- Concepción Rey, M. (2006). *INTERNALIZACIÓN DE LOS COSTES AMBIENTALES*. Madrid. Obtenido de <http://webs.ucm.es/BUCM/tesis/ghi/ucm-t29573.pdf>
- Consejo, J. J., & Graciela, H. A. (2019). *SSEM*. Obtenido de <https://sswm.info/es/gass-perspective-es/sistemas-de/sistemas-de-abastecimiento-de-agua/sistemas-de-abastecimiento-de-7/cosecha-de-agua-de-lluvia#:~:text=Descripci%C3%B3n%20del%20sistema&text=La%20cosecha%20de%20agua%20de,a%20otras%20fuentes%20de%20agua>.
- Correa Avendaño, G. (2021). *IMPORTANCIA DE INCLUIR LAS AGUAS LLUVIAS COMO ABASTECIMIENTO DE*. Antioquia.
- Escobedo, C. y. (2017). Sistema de captación y filtrado de agua pluvial para uso doméstico en la ciudad de México. *tesis para título profesional*. Instituto Politecnico Nacional, Ciudad Mexico.
- FAO. (2018). *FAO ORG*. Obtenido de [https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO\\_Training/FAO\\_Training/General/x6708s/x6708s08.htm](https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6708s/x6708s08.htm)

- G, C. (2016). Evaluación, Análisis y diseño de un sistema de captación de agua de lluvia en viviendas rurales en Molino – Juli. *Tesis para obtener título profesional*. Universidad nacional del altiplano, Puno.
- Gardey, P. &. (2017). *Blogspot*. Obtenido de <http://captaciondeagua.blogspot.com/2008/11/sistemas-de-captacin-de-agua-lluvia.html>
- GUERRA ROMERO, L. P. (2019). *METODOLOGÍA PARA LA REUTILIZACIÓN DE AGUAS LLUVIAS Y GRISES*. Bogota D.C.
- INTESCO. (2020). *INTESCO*. Obtenido de <https://www.intesco.com.co/sabes-en-que-se-diferencian-un-pluviometro-y-un-pluviografo/>
- J, B. (2015). Análisis de la reutilización de las aguas grises en edificaciones domiciliarias. *Tesis para obtener título profesional*. Universidad espíritu santo, Samborondon.
- León. (2016). Aprovechamiento Sostenible de Recursos Hídricos Pluviales en Zonas Residenciales. *tesis para título profesional*. Universidad Católica del Perú, Lima.
- M, C. (2010). *Redalyc*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/863/86315692002.pdf>
- mayhua, C. &. (2019). Diseño de un sistema de reutilización de aguas grises y aprovechamiento de aguas pluviales para un proyecto urbanístico de 12 hectáreas ubicado en el distrito de Pimentel – Chiclayo – Lambayeque. *Tesis de título profesional*. Universidad San Martín de Porres, Chiclayo.
- MINSA. (2010). *MINSA GOB*. Obtenido de <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1590.pdf>
- MONTERO DURÁN, J. S. (2016). *ESTADO DEL ARTE DE LOS SISTEMAS DE CAPTACIÓN Y*. Bogotá.

- Nuñez, S. (26 de Octubre de 2020). *ecologia verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/tipos-de-precipitaciones-3086.html>
- P, L. (2017). Diseño de un sistema de reciclado de aguas grises y su aprovechamiento para un desarrollo sostenible en una vivienda multifamiliar de doce pisos en la ciudad de Tacna, 2017. *tesis para titulo profesional*. Universidad Privada de Tacna, Tacna.
- Rojotse. (30 de Septiembre de 2020). Obtenido de Rojotse: <https://www.rojotse.com.co/2020/09/como-se-generan-las-lluvias.html>
- Sevilla Gildemeister, J. C. (2015). *Huella hídrica del Perú Sector agropecuario*. Lima. Obtenido de [https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam\\_files/publicaciones/varios/huella-hidrica-2015-ana-peru.pdf](https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/huella-hidrica-2015-ana-peru.pdf)
- Soto Aguilar, W. (2012). *SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES*. Tijuana.
- UNESCO. (21 de Marzo de 2022). *UNESCO CORPORATION*. Obtenido de <https://www.unesco.org/es/articles/nuevo-informe-se-esconde-la-solucion-la-crisis-del-agua-bajo-nuestros-pies>
- Vasquez, A. S. (2016). *Composición química del agua de lluvia y de niebla recolectada en la reserva biológica Monteverde*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4759/475947764006.pdf>
- Velandia, O. y. (2017). Propuesta para la captación y uso de agua lluvia en las instalaciones de la Universidad Católica de Colombia a partir de un modelo físico de recolección de agua. *Tesis para obtener titulo profesional*. Universidad catolica de colombia, colombia.

## ANEXOS

### Anexo 01: Encuesta y Procesamiento SPSS

Edad: ....

En seguida se presentará una serie de interrogantes sobre el cuidado del agua, por lo tanto, se debe marcar con una "X" la alternativa correcta.

1.- ¿Sabe usted que cantidad de agua consume?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

2.- ¿Considera usted que realiza un uso eficiente del agua potable?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

3.- ¿Estaría dispuesto a utilizar las aguas pluviales, teniendo un previo tratamiento, para luego ser utilizadas en los aparatos sanitarios?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

4.- ¿Realizaría usted un sistema de captación de aguas pluviales para reducir el consumo de agua potable?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

5.- ¿Recibió alguna charla sobre el uso racional del consumo de agua potable?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

6.- ¿Se vio afectado(a) económicamente por el pago que realizó al utilizar el recurso de agua potable?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

7.- ¿Le gustaría reducir gastos utilizando las aguas pluviales en los diferentes aparatos sanitarios?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

8.- ¿Sabe usted de la existencia de zonas que no cuenten con un sistema de agua potable en el distrito de Cajabamba?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

9.- ¿Invertiría usted en la implementación de un sistema que luego permita reducir el pago del recibo de agua?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

10.- ¿Sabe usted las formas de reducir el consumo de agua potable?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

11.- ¿Pone en práctica las formas de reducir el consumo de agua potable?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

12.- Si se implementa y es favorable los resultados del sistema propuesto, ¿Estaría dispuesto a compartir la información con vecinos(as) y familiares para que lo lleven a cabo?

- a) Si
- b) No
- c) Tal vez

**GRACIAS**

## Anexo 02: Matriz de Operacionalización de variable

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Sistema de aprovechamiento con aguas pluviales para abastecimiento en aparatos sanitarios.	Es el procedimiento donde se permite llevar aguas pluviales como abastecimiento en aparatos sanitarios que precisamente aproveche.	Se diseñará un sistema totalmente independiente en una vivienda multifamiliar, que va desde la captación de agua pluvial, llevando hacia los aparatos sanitarios y descargará en la red pública de desagüe.	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Factor climático: efectos de la radiación solar y sus variaciones.</li> <li>. costos relacionados: factibilidad para la ejecución del sistema</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Temporalidad: frecuencia de lluvias</li> <li>. Operación: gastos que llevan relación a la ejecución del proyecto</li> </ul>
Conservación de agua potable para consumo humano	Conjunto de técnicas sostenibles que conlleven a preservar, proteger, reducir, mantener y ahorrar el agua para futuras generaciones.	Se efectuará el uso racional del agua potable	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Consumo: servicio que corresponde a necesidades básicas y proporcionan una mejor calidad de vida</li> <li>. Aspecto social: los ocupantes del lugar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>. Utilidad: El agua responde a muchos propósitos del agua</li> <li>. Interés de la población: nivel de interés</li> <li>.Concientización de la población</li> </ul>

<b>PROBLEMAS</b>	<b>OBJETIVOS</b>
<p>¿Elaborando un sistema para la recolección de las aguas pluviales en una vivienda para aprovechamiento sanitario, permitirá la conservación de agua potable para consumo humano?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivo general</b></p> <p>Determinar en qué medida el sistema de abastecimiento de aguas pluviales dirigido a los aparatos sanitarios, en la vivienda multifamiliar, en el distrito de Cajabamba, permitirá la conservación de agua potable para consumo humano.</p> <p style="text-align: center;"><b>Objetivos específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Caracterización y análisis de las aguas pluviales.</li> <li>. Determinar la propuesta para la recolección y explotación de aguas pluviales.</li> <li>. Realizar un sistema que independice la recolección de aguas pluviales.</li> </ul>



**Anexo 03:** Anexo N° 02: Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGIA
<p><b>Problema general:</b> ¿Elaborando un sistema para la recolección de las aguas pluviales en una vivienda para aprovechamiento sanitario, permitirá la conservación de agua potable para consumo humano?</p>	<p><b>Objetivo general</b></p>	<p><b>Variable 1</b></p>	<p><b>Dimensiones</b></p>	<p><b>Indicadores</b></p>	<p><b>Tipo de estudio:</b> Aplicativo inmediato <b>Diseño de investigación:</b> Descriptivo <b>Método de investigación:</b> No experimental <b>Población:</b> las personas que viven en la vivienda multifamiliar <b>Muestreo:</b> Es el tipo no pirobalística <b>Muestra:</b> La muestra será toda la vivienda multifamiliar</p>
	<p>Determinar en qué medida el sistema de abastecimiento de aguas pluviales dirigido a los aparatos sanitarios, en la vivienda multifamiliar, en el distrito de Cajabamba, permitirá la conservación de agua potable para consumo humano.</p>	<p>Sistema de aprovechamiento con aguas pluviales para abastecimiento en aparatos sanitarios.</p>	<p>.Factor climático: efectos de la radiación solar y sus variaciones.  .costos relacionados: factibilidad para la ejecución del sistema</p>	<p>. Temporalidad: frecuencia de lluvias  . Operación: gastos que llevan relación a la ejecución del proyecto</p>	
	<p><b>Problemas específicos</b></p>	<p><b>Variable 2</b></p>	<p><b>Dimensiones</b></p>	<p><b>Indicadores</b></p>	
	<p>. Caracterización y análisis de las aguas pluviales. . Determinar la propuesta para la recolección y explotación de aguas pluviales. . Realizar un sistema que independice la recolección de aguas pluviales.</p>	<p>Conservación de agua potable para consumo humano</p>	<p>. Consumo: servicio que corresponde a necesidades básicas y proporcionan una mejor calidad de vida  . Aspecto social: los ocupantes del lugar</p>	<p>. Utilidad: El agua responde a muchos propósitos del agua  . Interés de la población: nivel de interés  .Concientización de la población</p>	

## Anexo 04: Matriz de datos de encuesta SPSS

*Tabla 2*  
*Datos de encuesta SPSS N° 1*

EDAD	PREGUNTA 1	PREGUNTA 2	PREGUNTA 3	PREGUNTA 4	PREGUNTA 5	PREGUNTA 6	PREGUNTA 7	PREGUNTA 8	PREGUNTA 9	PREGUNTA 10	PREGUNTA 11	PREGUNTA 12
35	SI	SI	TALVEZ	TALVEZ	NO	SI	SI	NO	si	NO	NO	SI
40	NO	NO	TALVEZ	SI	SI	NO	SI	NO	TALVEZ	SI	SI	SI
42	NO	TALVEZ	SI	SI	NO	TALVEZ	SI	SI	TALVEZ	NO	NO	SI
38	NO	TALVEZ	SI	TALVEZ	NO	NO	TALVEZ	SI	TALVEZ	NO	NO	TALVEZ

*Tabla 3*  
*Datos de encuesta SPSS N° 2*

EDAD	PREGUNTA 1	PREGUNTA 2	PREGUNTA 3	PREGUNTA 4	PREGUNTA 5	PREGUNTA 6	PREGUNTA 7	PREGUNTA 8	PREGUNTA 9	PREGUNTA 10	PREGUNTA 11	PREGUNTA 12
1	1	1	3	3	2	1	1	2	1	2	2	1
2	2	2	3	1	1	2	1	2	3	1	1	1
3	2	3	1	1	2	3	1	1	3	2	2	1
4	2	3	1	3	2	2	3	1	3	2	2	3

*Tabla 4*  
*Datos de encuesta SPSS N° 3*

NUMEROS
1.- SI
2.- NO
3.- TALVEZ



Visible: 13 de 13 variables

	EDAD	PREGUNTA01	PREGUNTA02	PREGUNTA03	PREGUNTA04	PREGUNTA05	PREGUNTA06	PREGUNTA07	PREGUNTA08	PREGUNTA09	PREGUN
1	1	1	1	3	3	2	1	1	2	1	
2	2	2	2	3	1	1	2	1	2	3	
3	3	2	3	1	1	2	3	1	1	3	
4	4	2	3	1	3	2	2	3	1	3	
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
23											



Visible: 13 de 13 variables

	A06	PREGUNTA07	PREGUNTA08	PREGUNTA09	PREGUNTA10	PREGUNTA11	PREGUNTA12	var	var	var	var	var	var	var
1	1	1	2	1	2	2	1							
2	2	1	2	3	1	1	1							
3	3	1	1	3	2	2	1							
4	2	3	1	3	2	2	3							
5														
6														
7														
8														
9														
10														
11														
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														

Vista de datos Vista de variables

Ve a Configuración para activar Windows.

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Juan Carlos.spv [Documento1] - IBM SPSS Statistics Visor

Archivo Editar Ver Datos Transformar Insertar Formato Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

Resultado

- Registro
  - Frecuencias
    - Título
    - Notas
    - Conjunto de datos
    - Estadísticos
    - Tabla de frecuencias
      - Título
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
  - Registro
    - Fiabilidad
      - Título
      - Notas
      - Advertencias
      - Escala: ALL VARIAS
        - Título
        - Resumen de
        - Estadísticas
        - Estadísticas
        - Estadísticas
        - Estadísticas
        - Estadísticas

**RELIABILITY**

```

/VARIABLES=EDAD PREGUNTA01 PREGUNTA02 PREGUNTA03 PREGUNTA04 PREGUNTA05 PREGUNTA06 PREGUNTA07
PREGUNTA08 PREGUNTA09 PREGUNTA10 PREGUNTA11 PREGUNTA12
/SCALE('ALL VARIABLES') ALL
/MODEL=ALPHA
/STATISTICS=DESCRIPTIVE SCALE
/SUMMARY=TOTAL MEANS VARIANCE.

```

→ **Fiabilidad**

**Advertencias**

El determinante de la matriz de covarianzas es cero o aproximadamente cero. Las estadísticas basadas en su matriz inversa no se pueden calcular y se visualizan como valores perdidos por el sistema.

**Escala: ALL VARIABLES**

**Resumen de procesamiento de casos**

		N	%
Casos	Válido	4	100,0
	Excluido <sup>a</sup>	0	,0
Total		4	100,0

a. La eliminación por lista se basa en todas las variables del procedimiento.

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows

IBM SPSS Statistics Processor está listo Unicode:ON

Escribe aquí para buscar

15:33  
26/12/2020



- Resultado
  - Registro
  - Frecuencias
    - Título
    - Notas
    - Conjunto de datos
    - Estadísticos
    - Tabla de frecuencias
      - Título
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
      - PREGUNTA (
- Registro
- Fiabilidad
  - Título
  - Notas
  - Advertencias
  - Escala: ALL VARI
    - Título
    - Resumen de
    - Estadísticas
    - Estadísticas
    - Estadísticas
    - Estadísticas
    - Estadísticas

### Estadísticas de fiabilidad

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,535	,529	13

### Estadísticas de elemento

	Media	Dev. Desviación	N
EDAD	2,50	1,291	4
PREGUNTA 01	1,75	,500	4
PREGUNTA 02	2,25	,957	4
PREGUNTA 03	2,00	1,155	4
PREGUNTA 04	2,00	1,155	4
PREGUNTA 05	1,75	,500	4
PREGUNTA 06	2,00	,816	4
PREGUNTA 07	1,50	1,000	4
PREGUNTA 08	1,50	,577	4
PREGUNTA 09	2,50	1,000	4
PREGUNTA 10	1,75	,500	4
PREGUNTA 11	1,75	,500	4
PREGUNTA 12	1,50	1,000	4

Activar Windows  
Ve a Configuración para activar Windows



**Resultado**

- Registro
- Frecuencias
  - Título
  - Notas
  - Conjunto de datos
  - Estadísticos
  - Tabla de frecuenc
    - Título
    - PREGUNTA (
    - PREGUNTA (
    - PREGUNTA (
    - PREGUNTA (
    - PREGUNTA (
    - PREGUNTA (
    - PREGUNTA (
    - PREGUNTA (
    - PREGUNTA (
    - PREGUNTA (
    - PREGUNTA (
- Registro
- Fiabilidad
  - Título
  - Notas
  - Advertencias
  - Escala: ALL VARI
    - Título
    - Resumen de
    - Estadísticas
    - Estadísticas
    - Estadísticas
    - Estadísticas
    - Estadísticas

**Estadísticas de elemento de resumen**

	Media	Mínimo	Máximo	Rango	Máximo / Mínimo	Varianza	N de elementos
Medias de elemento	1,904	1,500	2,500	1,000	1,667	,120	13
Varianzas de elemento	,788	,250	1,667	1,417	6,667	,241	13

**Estadísticas de total de elemento**

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
EDAD	22,25	10,917	,899	.	,233
PREGUNTA 01	23,00	18,000	,471	.	,485
PREGUNTA 02	22,50	14,333	,690	.	,381
PREGUNTA 03	22,75	30,250	-,892	.	,769
PREGUNTA 04	22,75	18,250	,068	.	,558
PREGUNTA 05	23,00	18,667	,309	.	,506
PREGUNTA 06	22,75	18,250	,191	.	,518
PREGUNTA 07	23,25	12,917	,881	.	,310
PREGUNTA 08	23,25	24,917	-,867	.	,657
PREGUNTA 09	22,25	16,250	,372	.	,470
PREGUNTA 10	23,00	18,667	,309	.	,506
PREGUNTA 11	23,00	18,667	,309	.	,506
PREGUNTA 12	23,25	12,917	,881	.	,310

Activar Windows  
 Ve a Configuración para activar Windows

## Anexo 5: Cuadro de resultados de encuesta spss

*Tabla 5*  
*Estadísticas de escala*

Media	Varianza	Desv. Desviacion	N de elementos
24,75	20,250	4,500	13



## **Anexo 6:** Muestra de agua pluvial y análisis de resultados del laboratorio Colecbi

Muestras con agua pluvial de la zona de estudio (Cajabamba), estas muestras pluviales fueron depositadas en estos dos recipientes que se mantuvieron en un contenedor (cooler), añadiendo hielo dentro del contenedor para su conservación del Ph inicial y del agua de lluvia.

*Figura 16: Muestras Pluviales*



Fuente: Elaboración propia

Dichas muestras recogidas se llevaron a un centro de análisis (Laboratorio Colecbi) para su ensayo microbiológico y fisicoquímico, obteniendo:

Figura 17: Resultados del análisis de las Muestras pluviales



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 046



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20220225-004**

Pág. 2 de 2

**METODOLOGIA EMPLEADA**

**Coliformes Totales:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221-B, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique.

**Coliformes Termotolerantes:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 23rd Ed. 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Thermotolerant (Fecal) coliform procedure.

**pH:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B, 23rd Ed 2017. pH Value. Electrometric Method.

**Color:** SMEWW-APHA-AWWA-WEF, 23rd Ed. 2017 2120B

**Turbidez:** APHA, AWWA and WEF/SM 23rd Edition 2017 2130B

**NOTA:**

- Informe de ensayo emitido en base a resultados de nuestro Laboratorio sobre muestras:  
**Proporcionadas por el Solicitante (X)**      **Muestras por COLECBI S.A.C. ( )**
- COLECBI S.A.C. no es responsable de la información declarada por el cliente, que pueda afectar la validez de los resultados.
- Los resultados presentados corresponden solo a la muestra/s ensayada/s, tal como se recibió.
- Estos resultados de ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.
- No afecto al proceso de Dirimencia por su perechibilidad y/o muestra única.
- El informe incluye diagrama, croquis o fotografías:      **SI ( )**      **NO (X )**
- Cuando el informe de ensayo ya emitido se haga una corrección o modificación se emitirá un nuevo informe de ensayo completo que haga referencia al informe que reemplaza. Los cambios se identificarán con letra negra y cursiva.

Fecha de Emisión: Nuevo Chimbote, Marzo 02 del 2022.  
GVR/jms

LC-MP-HREVO  
Rev. 07  
Fecha 2021-11-26

*A. Gustavo Vargas Ramos*  
Gerente de Laboratorio  
BIOLOGO SAC. MICROBIOLOGO  
S. B. P. M. R.  
COLECBI S.A.C.

EL INFORME NO SE DEBE REPRODUCIR SIN LA APROBACIÓN  
DEL LABORATORIO. EXCEPTO EN SU TOTALIDAD

FIN DEL INFORME

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
Web: www.colecbi.com

Figura 18: Resultados del análisis de las Muestras pluviales N°2



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE - 046



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL N° 20220225-004**

Pág. 1 de 2

CORPORACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYOS CLÍNICOS, BIOLÓGICOS E INDUSTRIALES S.A.C.

SOLICITADO POR : JUAN CARLOS FERNANDEZ ADRIAN  
 DIRECCIÓN : Santiago Antunez de Mayolo Mz. F It 10 Chimbote  
 NOMBRE DEL CONTACTO DEL CLIENTE : NO APLICA.  
 PRODUCTO (DECLARADO POR EL CLIENTE) : AGUA NATURAL SUPERFICIAL (AGUA PLUVIAL).  
 LUGAR DE MUESTREO : NO APLICA  
 MÉTODO DE MUESTREO : NO APLICA  
 PLAN DE MUESTREO : NO APLICA  
 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL MUESTREO : NO APLICA  
 FECHA DE MUESTREO : NO APLICA  
 CANTIDAD DE MUESTRA : 04 muestras  
 PRESENTACIÓN DE LA MUESTRA : Frascos de vidrio, frascos de plástico con tapa cerradas.  
 CONDICIÓN DE LA MUESTRA : En buen estado.  
 FECHA DE RECEPCIÓN : 2022-02-25  
 FECHA DE INICIO DEL ENSAYO : 2022-02-25  
 FECHA DE TÉRMINO DEL ENSAYO : 2022-02-28  
 ENSAYOS REALIZADOS EN : Laboratorio de Microbiología, Físico Químico.  
 CÓDIGO COLECBI : SS 220225-4

**RESULTADOS**

**ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS**

ENSAYOS	MUESTRA
	CAJABAMBA
Coliformes Totales (NMP/100mL)	0
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	0

**ENSAYOS FÍSICO QUÍMICOS**

ENSAYOS	MUESTRAS
	CAJABAMBA
(**) pH	7.06
(*) Turbidez (NTU)	<1
(*) Color (UCV)	<1

(\*) Los resultados obtenidos corresponden a métodos que no han sido acreditados por el INACAL - DA.  
 (\*\*) Fuera del alcance de la acreditación por vigencia de muestra.

**COLECBI S.A.C.**

Urb. Buenos Aires Mz. A - Lt. 7 | Etapa - Nuevo Chimbote - Telefax: 043-310752  
 Nextel: 839\*2893 - RPM # 902995 - Apartado 127  
 e-mail: colecbi@speedy.com.pe/ medioambiente\_colecbi@speedy.com.pe  
 Web: www.colecbi.com

## **Análisis:**

Según el **Reglamento de la calidad de Agua para consumo Humano** (Ministerio de Salud), dichas aguas tratadas deberán cumplir un control obligatorio para todos los proveedores de agua con los siguientes ensayos, Pág. 28 Artículo 63 **PARÁMETROS DE CONTROL OBLIGATORIO.**

1. Coliformes totales.
2. Coliformes Termotolerantes.
3. Color.
4. Turbiedad.
5. Ph.

*Tabla 6*

*Límites de máximos permisibles de parámetros microbiológicos y parasitólogos.*

Parámetros	Unidad de medida	Límite máximo permisible
Bacterias coliformes totales	UFC/100 ml a 35 °C	0(*)
E. Coli	UFC/100 ml a 44.5 °C	0(*)
Bacterias Termotolerantes o Fecales	UFC/100 ml a 44.5 °C	0(*)
Bacterias Heterotróficas	UFC/ ml a 35 °C	500
Huevos o larvas de Helminths, quistes y ooquistes de protozoarios	N° org /L	0
Virus	UFC/ ml	0
Organismos de vida libre, como algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos en todos sus estadios evolutivos	N° org /L	0

Fuente Ministerio de Salud.

*Tabla 7*  
*Límites máximos permisibles para parámetros de calidad Organoléptica.*

Parámetros	Unidad de medida	Límites máximos permisibles
Olor	---	Aceptable
Sabor	---	Aceptable
Color	UCV escala Pt/Co	15
Turbiedad	UNT	5
pH	Valor de pH	6,5 a 8,5
Conductividad (25°C)	µmho/cm	1500
Sólidos Totales disueltos	mg l-1	1000
Cloruros	mgCl-1	250
Sulfatos	mgSO4 L-1	250
Dureza total	MgCaCO3 L-1	500
Amoniaco	Mg N L-1	1,5
Hierro	Mg Fe L-1	0,3
Manganeso	Mg Mn L-1	0,4
Aluminio	Mg Al L-1	0,2
Cobre	Mg Cu L-1	2,0
Zinc	Mg Zn L-1	3,0
Sodio	Mg Na L-1	200

Fuente Ministerio de Salud.

**Anexo 07:** Identificación de los usos potenciales del sistema existente de agua potable en la vivienda

*Figura 19: Cisterna*



Fuente: Elaboración propia

Fotografía de cisterna a tierra.

Capacidad de la cisterna:

Según los planos

Largo \* Ancho \* Profundidad=  $1.5 \times 2 \times 2.1 = 3.3 \text{ m}$

*Figura 20: Tanque Elevado*



Fuente: Elaboración propia

Capacidad del tanque elevado:

Según los planos, el volumen es de 1100 litros= 1.1 m<sup>3</sup>.

Corroborando por fórmula da el mismo resultado:

$$1/3 * \text{volumen de la cisterna} = 1/3 * 3.3 = 1.1 \text{ m}^3$$

*Figura 21: 1er SS. HH, 1 piso.*



Fuente: Elaboración propia

*Tabla 8  
Aparato Sanitario del 1 SS.HH.*

Aparatos	tipos
1	Lavamanos
1	Inodoro
1	Ducha

Fuente: Elaboración propia

Figura 22: SS. HH, 2 piso.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9  
Aparato Sanitario del 2 SS.HH.

Aparatos	Tipos
1	Inodoro
1	Ducha
1	Lavamanos
1	Tina

Fuente: Elaboración propia



Figura 23: SS. HH, 3 piso.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10  
Aparato Sanitario del 3 SS.HH.

Aparatos	Tipos
1	Lavamanos
1	Inodoro
1	Ducha

Fuente: Elaboración propia

**Consumo de agua en la vivienda multifamiliar**, se analiza el cálculo de la dotación de agua en la unidad habitacional, según el Reglamento Nacional de Edificaciones en la Normas 100, nos obliga a considerar un volumen de 180 Lts/hab/día para cubrir las necesidades básicas de limpieza e higiene en climas fríos.

Siendo entonces la dotación en el edificio:  $180\text{Lts/hab/día} \times 7 \text{ hab} = 1260 \text{ L/d}$ .

**Red de Distribución**, El cálculo Hidráulico se realizará a través del Método de Hunter. Según los planos del proyecto, se localiza por cada piso el número de aparatos sanitarios.

*Tabla 11*  
*Normal IS.010 – Instalaciones sanitarias del RNE*

Tipo	Total	Agua Fría	Agua Caliente
Inodoro Con Tanque - Descarga reducida	1.5	1.5	0
Inodoro Con Tanque	3	3	0
Inodoro C/ Válvula semiautomática	6	6	0
Inodoro automática	3	3	0
Bidé C/ Válvula semiaut. y autom.	1	0.75	0.75
Lavatorio descarga reducida	1	0.75	0.75
Lavadero	3	2	2
Ducha	2	1.5	1.5
Tina	2	1.5	1.5

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 12*  
*Primer piso*

Aparato Sanitario	Cantidad	U.G.	Total
<b>Lavatorio</b>	1	0.75	0.75
<b>Inodoro con tanque</b>	1	3	3
<b>Ducha</b>	1	3	3
<b>Total</b>			6.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13  
Segundo piso

<b>Aparato Sanitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>U.G.</b>	<b>Total</b>
<b>Inodoro con tanque descarga reducida</b>	1	1.5	3
<b>Tina</b>	1	1.5	1.5
<b>Ducha</b>	1	1.5	0.75
<b>Lavatorio</b>	1	0.75	1.5
<b>Total</b>			6.75

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14  
Tercer piso

<b>Aparato Sanitario</b>	<b>Cantidad</b>	<b>U.G.</b>	<b>Total</b>
<b>Inodoro con tanque descarga reducida</b>	1	3	3
<b>Ducha</b>	1	1.5	1.75
<b>Lavatorio</b>	1	0.75	0.75
<b>Total</b>			5.5

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15  
Sumatoria del total de las Unidades de Gasto

<b>NUMEROS DE PISOS</b>	<b>GASTO X PISO</b>
PRIMER PISO	6.25
SEGUNDO PISO	6.75
TERCER PISO	5.5
<b>TOTAL</b>	<b>18.5</b>

Fuente: Elaboración propia

Obteniendo la suma total de Unidades de Gasto, para obtener el Gasto Probable se llevará el valor obtenido como Unidades Totales Hunter a la tabla del Anexo N° 3 de la Norma IS.0.10, interpolando:

Tabla 16  
Gastos probable

N° de unidades	Gasto Probable	
	Tanque	Válvula
3	0,12	-
4	0,16	-
5	0,23	0,91
6	0,25	0,94
7	0,28	0,97
8	0,29	1,00
9	0,32	1,03
10	0,43	1,06
12	0,38	1,12
14	0,42	1,17
16	0,46	1,22
18	0,50	1,27
20	0,54	1,33
22	0,58	1,37
24	0,61	1,42
26	0,71	1,45
28	0,75	1,51
30	0,79	1,55
32	0,82	1,59
34	0,85	1,63
36	0,88	1,67
38	0,91	1,70
40	0,95	1,74
42	1,00	1,78
44	1,03	1,82
46	1,07	1,84

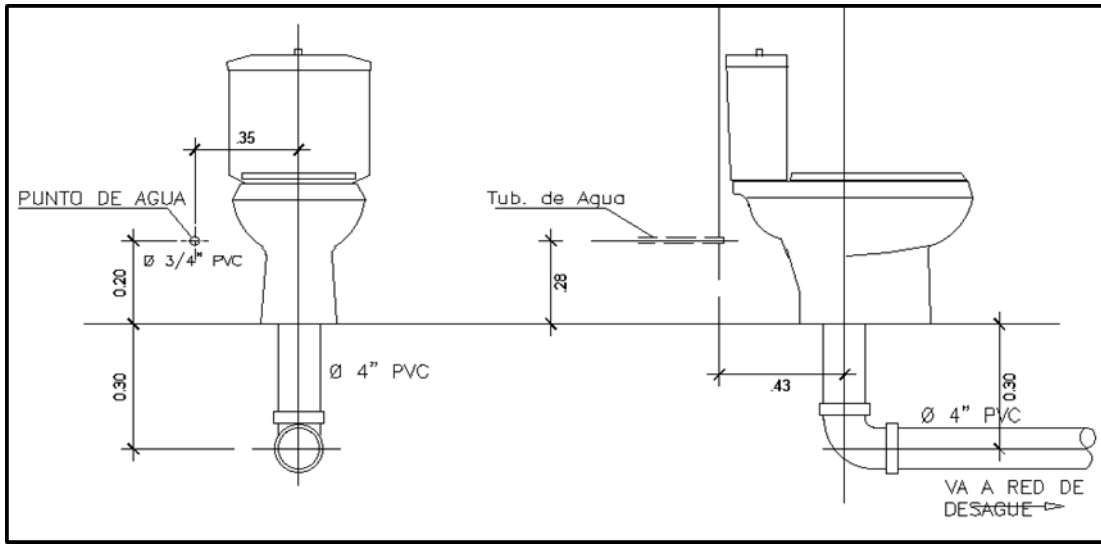
Fuente: Elaboración propia

$$\begin{array}{l}
 18 \longrightarrow 0.50 \\
 20 \longrightarrow 0.54 \\
 X = 18.5 \quad Y = 0.51 \\
 X_1 = 18 \\
 Y = 0.51 \\
 Y = 0.50 + \left[ \left( \frac{18.5 - 18}{20 - 18} \right) (0.54 - 0.50) \right]
 \end{array}$$

Interpolando entre el N° de Unidades de Gasto, obtenemos el caudal máximo diario:

$$Q_{md} = 0.51 \text{ Lt/Sg.}$$

Figura 24: Tuberías



Fuente. Elaboración propia

**Tubería de agua es de diámetro  $\frac{3}{4}$ .**

**Tubería de desagüe es de diámetro 4".**

## Anexo 8: Cálculos de dotación, oferta y demanda

Dotación, para hallar la dotación total del edificio utilizamos el R.N.E., en la norma OS. 100 (Consideraciones básicas de diseño de infraestructura sanitaria)

180 litros/hab/día (Clima templando y cálido), ya que la ubicación es en Cajabamba.

Dotación de la vivienda: 180 litros/hab/día \* 7 hab =1260 litros/día o 1.26 m<sup>3</sup>/día

Identificar los usos potenciales de aguas pluviales dentro de la vivienda

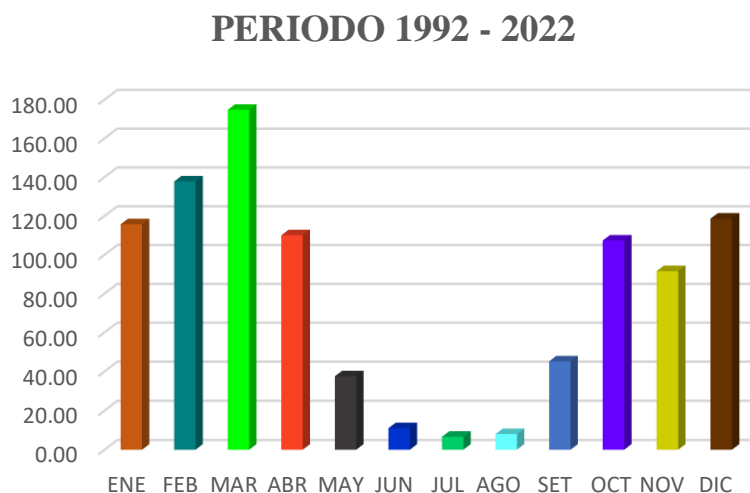
OFERTA, para realizar un estimado de la captación pluvial, se requiere primero conocer la precipitación promedio mensual del distrito, (en milímetros al mes), Cajabamba tiene un clima muy húmedo, presenta una precipitación abundante durante 9 meses al año, su actuación meteorológica se aprecia en la siguiente tabla y gráfico:

*Tabla 17*  
*Precipitación mensual histórica.*

Año	ENE	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	total
1993-2021	115.7	137.8	174.7	110.06	37.53	11	6.61	8	45.14	107.34	91.54	118.61	963.81

Fuente Senamhi (Estación Metereológica Cajabamba).

**GRAFICO 1**  
*Periodos 1992-2022*



Fuente Senamhi (Estación Metereológica Cajabamba).

Consideración: Para obtener la medida de agua que recibirá dicha zona, la regla a proseguir es, si en 1m<sup>2</sup> de superficie llueve 1mm, el volumen de agua es 1 litro. Con este criterio se considerará que por característica de la zona de recolección habrá un factor de eficiencia.

El porcentaje de agua pluvial se perderá por absorción de los materiales del techo y por desbordes.

Aproximadamente la eficiencia de recolección se considera aproximadamente 90 %.

Área del proyecto de Investigación= 160 m<sup>2</sup>

Factor de eficiencia= 90%

Volumen total de agua acumulada:

Vac. = 160 m<sup>2</sup> x 963.81mm x 0.90 = 138788.6 litros = 138.7m<sup>3</sup> anuales.

La disponibilidad de precipitación máxima registrada es de 174.70 mm en el mes de marzo, entonces la disponibilidad de agua es de:

Vacum. = 160m<sup>2</sup> x 174.70 x 0.90= 25156.8 litros = 25.2 m<sup>3</sup> diario.

La disponibilidad de precipitación mínima registrada es de 6.61 mm en el mes de julio, entonces la disponibilidad de agua es de:

Vacum. = 160m<sup>2</sup> x 6.61 x 0.90= 951.84 litros = 0.95 m<sup>3</sup> diario.

DEMANDA, el siguiente factor es determinar el consumo de agua, con un área de 160 m<sup>2</sup>, siendo el volumen de agua captada por lluvia es de 138788.6 litros anuales, obteniendo la mayor parte en los meses de octubre a Mayo (9 meses), se tiene que durante este periodo los aparatos sanitarios requieren la siguiente cantidad de agua:

(Agua destinada a los inodoros) + (Agua destinada a las duchas) + (Agua destinada a los lavamos) + (Agua destinada a la tina) \*(N° de habitantes) \* (9 meses) =

[(40 Lt/hb/d + 35 Lt/d + 15 Lt/d+ 230 Lt/hb/d)) \* (7 hab) \* (243días)] = 544320 Litros o 2240 litros diario = 2.24 m<sup>3</sup> diario.

Entonces:

Teniendo una precipitación máxima en el mes de marzo con una demanda de 0.52 m<sup>3</sup> diario tenemos:

25.2m<sup>3</sup> oferta (aguas pluviales) mayor a 2.24m<sup>3</sup> demanda

Y teniendo una precipitación mínima en el mes de Julio con una demanda de 0.52 m<sup>3</sup> diario tenemos:

0.95m<sup>3</sup> oferta (aguas pluviales) menor a 2.24m<sup>3</sup> demanda

Puede observarse que el volumen de agua precipitada (Oferta) es suficiente para uso de los aparatos sanitarios en temporada de lluvia.



## **Anexo 9: Cálculo para la propuesta de recolección y explotación de aguas pluviales.**

Captación, la tolva de plástico para invernaderos (polietileno) la cual tiene una pendiente adecuada no inferior al 5% para facilitar la esorrentía que va dirigida al modelo de recolección.

Datos obtenidos sobre la captación

Área de recolección del agua lluvia (modelo)

El área de captación del agua lluvia la podemos obtener con la siguiente ecuación.

Área de captación (Modelo).

$$A = a * b = 17.10 \text{ m} * 8 \text{ m} = 136.8 \text{ m}^2$$

Donde:

A= Área de captación, en m<sup>2</sup>

a = Ancho de la edificación, en m

b = Largo de la edificación, en m

Almacenamiento

Se considerará:

Consumo diario total: 25156 litros

Precipitación máxima: 174.70

Factor de eficiencia: 0.90

Área del terreno: 160 m<sup>2</sup>

Vol. Cisterna:  $\frac{3}{4} \times \text{consumo diario total} = \frac{3}{4} \times 25156.8 \text{ litros} = 18867.6 \text{ litros} = 18.87 \text{ m}^3$ .

Dimensionamiento de la cisterna:  $3.1 * 2.8 * 2.17$

El siguiente elemento para calcular es la capacidad del depósito que suministrara de agua a los aparatos sanitarios:

Vol. De tanque:  $\frac{1}{3} \times \text{volumen de cisterna} = \frac{1}{3} * 18.87 = 6.29 \text{ m}^3$

Asumiremos un Tanque industrial de polietileno de alta densidad de capacidad de 10000 litros o 10m<sup>3</sup>.

Sistema de Bombeo:

El equipo de bombeo que se instalará tendrá una potencia y capacidad de impulsar el caudal suficiente para la máxima demanda requerida.

Potencia de la electrobomba:

Datos

n= 60.00%

V t.e= 2500 litros

$\gamma$ = 1

Caudal de bombeo:

$$Qb = \frac{V_{t.e}}{T_{LL_{t.e}}}; \text{litros/s}$$

Qb = 0.35 litros/s

Altura vertical (Hv):

Hv = 21.62 m

Altura horizontal (Hh):

Sumando la tubería horizontal y la longitud equivalente de accesorios

Hh = 19.63 m

Tubería horizontal:

Sumando X, Y, Z

Th = 12.25

*Tabla 18*

*Sumando la tubería horizontal y la longitud*

X	Y	Z
1.04	11.05	0.16

Fuente: Elaboración propia

*Tabla 19*  
*Longitud equivalente de accesorios*

Descripción	Unidad	Cantidad	L. equivalente	L. total (m)
Codo 1" X 90	Und.	7	1.023	7.161
V. comp. ø 1"	Und.	1	0.216	0.216
			Total	7.377

Fuente: Elaboración propia

Altura total o dinámica (Ht):

$$H_t = H_v + H_h$$

$$H_t = 41.25 \text{ m}$$

Aplicando la fórmula:

$$Pot = \frac{\gamma * Qb * H_t}{76(n)}$$

*Tabla 20*  
*Electrobomba*

Potencia electrobomba	
Fuerza	0.85

Fuente: Elaboración propia

Se adopta:

Potencia = 1 HP

El cálculo Hidráulico se realizará a través del Método de Hunter.

Según los planos del proyecto, se localiza por cada piso el número de aparatos sanitarios.

Tipo	Total	Agua Fría	Agua Caliente
Inodoro Con Tanque - Descarga reducida	1.5	1.5	0
Inodoro Con Tanque	3	3	0
Inodoro C/ Válvula semiautomática	6	6	0
Inodoro automática	3	3	0
Bidé C/ Válvula semiaut. y autom.	1	0.75	0.75
Lavatorio descarga reducida	1	0.75	0.75
Lavadero	3	2	2
Ducha	2	1.5	1.5
Tina	2	1.5	1.5

Aparato Sanitario	Cantidad	U.G.	Total
Lavatorio	1	0.75	0.75
Inodoro con tanque	1	3	3
Ducha	1	3	3
<b>Total</b>			6.25

Aparato Sanitario	Cantidad	U.G.	Total
Inodoro con tanque descarga reducida	1	1.5	3
Tina	1	1.5	1.5
Ducha	1	1.5	0.75
Lavatorio	1	0.75	1.5
<b>Total</b>			6.75

Aparato Sanitario	Cantidad	U.G.	Total
Inodoro con tanque descarga reducida	1	3	3
Ducha	1	1.5	1.75
Lavatorio	1	0.75	0.75
<b>Total</b>			5.5

<b>NUMEROS DE PISOS</b>	<b>GASTO X PISO</b>
PRIMER PISO	6.25
SEGUNDO PISO	6.75
TERCER PISO	5.5
TOTAL	18.5

Obteniendo la suma total de Unidades de Gasto, para obtener el Gasto Probable se llevará el valor obtenido como Unidades Totales Hunter a la tabla del Anexo N° 3 de la Norma IS.0.10, interpolando:

N° de unidades	Gasto Probable	
	Tanque	Válvula
3	0,12	-
4	0,16	-
5	0,23	0,91
6	0,25	0,94
7	0,28	0,97
8	0,29	1,00
9	0,32	1,03
10	0,43	1,06
12	0,38	1,12
14	0,42	1,17
16	0,46	1,22
18	0,50	1,27
20	0,54	1,33
22	0,58	1,37
24	0,61	1,42
26	0,71	1,45
28	0,75	1,51
30	0,79	1,55
32	0,82	1,59
34	0,85	1,63
36	0,88	1,67
38	0,91	1,70
40	0,95	1,74
42	1,00	1,78
44	1,03	1,82
46	1,07	1,84

18 → 0.50

20 → 0.54

X = 18.5    X 2= 20

X1 = 18    Y2=0.54

Y = 0.51

$$Y = 0.50 + \left[ \left( \frac{18.5 - 18}{20 - 18} \right) (0.54 - 0.50) \right]$$

Interpolando entre el N° de Unidades de Gasto, obtenemos el caudal máximo diario:

Qmd= 0.51 Lt/Sg

DIÁMETRO DE LAS TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN , se asumirá un caudal promedio que pasa por las instalaciones sanitarias, según IS.010 - R.N.E.

Qp = 0.12 litros/s

(Según acápite 2.4. Red de Distribución - IS.010 - R.N.E.)

Para el cálculo del diámetro de las tuberías de distribución, la velocidad mínima será de 0.60 m/s y la velocidad máxima según la siguiente tabla.

*Tabla 21*  
*Velocidad máxima*

Diámetro (mm)	Velocidad máxima (m/s)
15 (1/2")	1.90
20 (3/4")	2.20
25 (1")	2.48
32 (1 1/4")	2.85
40 y mayores (1 1/2" y mayores)	3.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22  
Caudales de acuerdo a diámetros

	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"
	15	20	25	32	40
	1.5	2	2.5	3.2	4
$\varphi$	0.015	0.020	0.025	0.032	0.040
	0.0002	0.0003	0.0005	0.0008	0.0013
Qd	0.0003	0.0007	0.0012	0.0023	0.0038
	0.336	0.69115	1.217	2.29	3.769911

Fuente: Elaboración propia

$$D = 1/2"$$

$$V = 1.9 \text{ m/s}$$

$$Q_d = 0.34 \text{ litros/s}$$

Entonces se cumplirá que  $Q_d > Q_p$ :

$$Q_p = 0.12 \text{ litros/s}$$

$$Q_d = 0.34 \text{ litros/s}$$

Por lo tanto, es caudal será:

$$Q = 0.34 \text{ litros/s}$$

**Por lo tanto, el diámetro de las tuberías de distribución es = 1/2"**

DIAMETRO DE LA TUBERIA DE ALIMENTACION, para garantizar el volumen mínimo útil de almacenamiento de agua en la cisterna, por el tiempo de llenado de 4 horas, en pulgadas.

$$\text{Volumen cisterna} = 18.87 \text{ m}^3$$

$$\text{Tiempo de llenado} = 4 \text{ h (Según R.N.E.)}$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 18870.00 \text{ litros/s} / 4 \text{ h}$$

$$Q_{\text{bombeo}} = 1.31 \text{ litros/s}$$

Se escoge el diámetro más apropiado:

$$\text{Para, } Q = 0.51 \text{ litros/s}$$

$$D = 1 \frac{1}{4}''$$

$$V = 2.85 \text{ m/s}$$

$$Q_d = 2.29 \text{ litros/s}$$

Entonces se cumplirá que  $Q_d > Q_{\text{bombeo}}$ :

$$Q_{\text{bombeo}} = 1.31 \text{ litros/s}$$

$$Q_d = 2.29 \text{ litros/s}$$

Por lo tanto, tomamos el siguiente caudal:

$$Q = 2.29 \text{ litros/s}$$

**Por lo tanto, el diámetro de las tuberías de alimentación es 1 1/4"**

DIAMETRO DE LA TUBERIA DE IMPULSIÓN Y SUCCIÓN, se determina en función del  $Q_b$ , en pulgadas según el IS.010 Anexo N°5, diámetros de las tuberías de impulsión.

Para la tubería de succión se toma el diámetro inmediatamente superior al de la tubería de impulsión.

*Tabla 23*

*Diámetros de las tuberías de impulsión en función del gasto de bombeo*

	Diámetro de la tubería de impulsión (mm)	
Hasta 0.50	20	(3/4")
Hasta 1.00	25	(1")
Hasta 1.60	32	(1 1/4")
Hasta 3.00	40	(1 1/2")
Hasta 5.00	50	(2")
Hasta 8.00	65	(2 1/2")
Hasta 15.00	75	(3")
Hasta 25.00	100	(4")

Fuente: Elaboración propia



**Diámetro de impulsión es 1 1/4"**

**Diámetro de succión es 1 1/2"**

**Diámetro de desagüe es de 2"**

## Anexo 10: Tabla de Precipitaciones Anuales

Fuente: SENAMHI / DRD

Estación: CAJABAMBA GORE

Departamento: CAJAMARCA Provincia: CAJABAMBA Distrito: CAJABAMBA

Latitud: 7°37'18" Longitud: 78°3'4" Altitud: 2480 msnm.

Tipo: EMA - Meteorológica Código: 4729F0EC

Tabla 24

Tabla de Precipitaciones Anuales N°1

Año	ENE	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1991	188	187.9	175.7	154.5	16.6	15.2	0	2.6	98.9	162.2	38.5	0
1992	232.5	144.8	45.5	95.6	25.3	27.8	1.5	1.2	11.7	202	181.7	100
1993	77.9	93.6	176	70	19	6	3.5	0	20.5	56.8	156	81.5
1994	55.4	70.2	65.9	59.5	12	20.5	1.5	10.5	79.7	162	65.5	74
1995	87	230	309	216.5	66.8	0.5	5.2	44.3	67.6	166.6	173	287.8
1996	195	248.2	182.8	162.6	62.9	4.5	8.6	1	19.1	106.1	116.4	135.1
1997	46.9	156.7	155.6	71.2	65.6	3.7	17	1	35.2	127.8	80	237.4
1998	121.6	233.2	162.8	151.6	43.1	11.8	0	9.5	28.8	151.1	67.6	75.1
1999	59.9	148.4	84.8	58.8	25.1	21.9	0	21.2	39	93.8	148.2	184.7
2000	261.2	262.8	296.3	151.3	22.6	2.7	0	7.6	48.6	120.5	64.5	87.1
2001	187.3	319.7	98.7	73.2	50.6	38.7	14	3.1	92.5	21.9	95.3	123.1
2002	92.3	228.9	186	98.8	37.4	14.9	2.3	7.7	65.63	14.8	40.02	141.5
2003	193	127.02	244.21	42.02	46.5	2.63	5.1	0.01	33.9	95.82	169.4	192.9
2004	73.1	94.4	329.51	108.42	19.7	4.71	14	0	57.6	124.5	144.21	176.1

Tabla 25

Tabla de Precipitaciones Anuales N°2

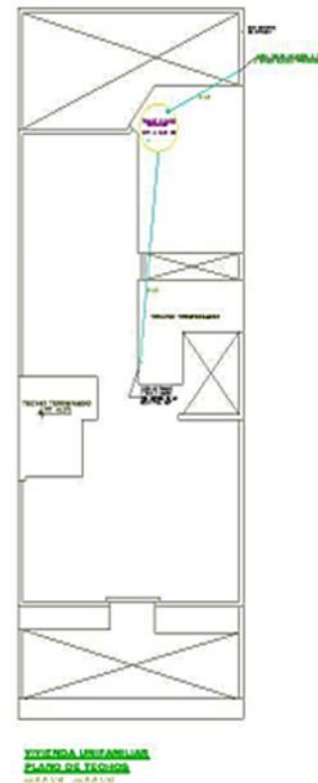
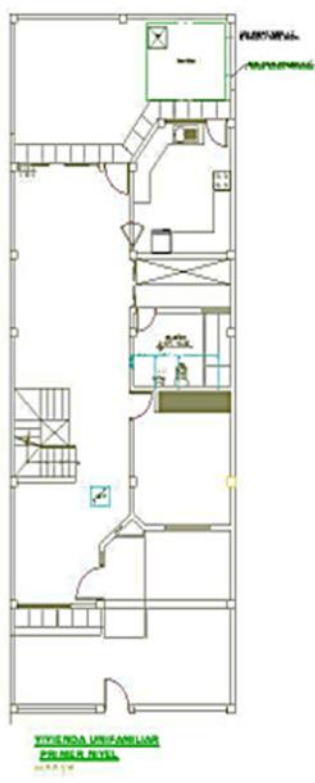
Año	ENE	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2005	84.9	92.1	137.4	78.63	23.2	17.5	7.9	0	50.8	100.8	140.7	139
2006	100.1	76.42	75.33	75.11	41.3	3.13	30	4.7	79.7	128.7	158.61	145.9
2007	120.01	135	172.61	70.01	11.1	4.73	1.4	11.7	10.81	149.9	22.71	172.51
2008	84.71	137.8	276.4	98.9	8.01	22.8	4.4	23	60.72	74.31	101.5	140.6
2009	108.31	58.41	319.2	155.94	44.8	0	7.2	1.3	28.52	125.6	85.6	108.1
2010	155.2	134.6	144.5	125.4	35.4	25.2	9.8	4.8	65	167.6	87.5	36.6
2011	228.3	102.2	220.4	199.5	119	16.2	18	9	7.9	131.6	168.1	121.4
2012	56.6	124.6	126.4	118.8	63.8	6.6	1.1	5.4	21.8	51	85	111.2
2013	75	107.6	140.6	170.1	7.7	3.7	11	6.4	63.5	101.7	85.7	235.4
2014	244.6	189.4	103.9	144.7	40.2	4.1	0	1.6	1.5	153.3	107	79.1
2015	77.8	128	287.5	136.9	63.4	6.6	17	27.6	1.4	174.9	19	140.5
2016	60.6	183.6	118.5	112.4	76.2	5.5	101	52.3	96.3	18.7	117.5	236.7

Tabla 26

Tabla de Precipitaciones Anuales N°3

Año	ENE	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2017	157.2	100.2	401.1	93.2	7.2	0.9	0.5	1.6	16.2	11	193.8	52.1
2018	232.5	144.8	45.5	95.6	11.7	27.8	1.5	4.4	118.8	202	181.7	100
2019	77.9	93.6	220.4	70	19	6	3.5	0	20.5	56.8	156	81.5
2020	55.4	70.2	65.9	59.5	12	20.5	1.5	10.5	79.7	162	65.5	74
2021	84.71	107.6	309	216.5	66.8	0.5	5.2	44.3	67.6	166.6	329.54	287.8
Prom.	124.9981	146.19	183.14	114.04	37.5	11.2	9.5	10.27	48.048	115.6	117.61	134.152

## Anexo 11: Plano de Detalles de la Red Independiente Pluvial



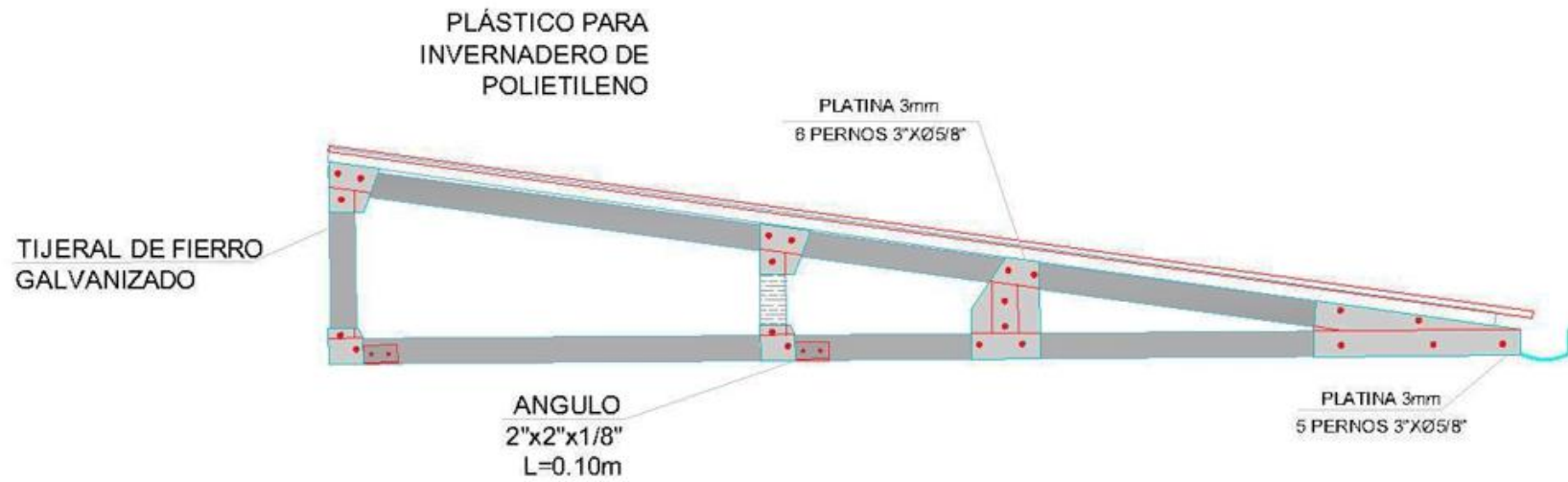
### ESPECIFICACIONES TECNICAS:

- TODA LA TUBERIA DE AGUA FRIA SERA DE PVC-SAP CLASE 10 (PESADA)
- LAS SALIDAS DE AGUA FRIA SERAN CON ACCESORIOS DE HIERRO GALVANIZADO SEGUN DIAMETRO ESPECIFICO.
- LA VALVULA DE CORTA FUERZA DE 1/2" DE DIAMETRO SERA DE TIPO CIERRE RAPIDO.
- PRIORO AL TAPADO DE LAS REDES INTERIORES DE AGUA FRIA SE DEBERA DE EFECTUAR LAS PRUEBAS CORRESPONDIENTES SEGUN NORMAS REGULATORIAS.
- LA TUBERIA A USAR EN LOS DESAGUES SERAN DE PVC-SAL DE TIPO PESADO.
- LA CAJA DE REGISTRO 12"x24" SERA CON TAPA DE CONCRETO CON MARCO METALICO.
- LOS EMPALMES CON LA RED DE DESAGUE SE EFECTUARA TENIENDO EN CUENTA LAS PENDIENTES MINIMAS DEBIENDO SER ESTA COMO MÍNIMO EN UN 1.5%.
- EL ABASTECIMIENTO DE AGUA FRIA SE HARA UNICAMENTE DE LA RED INTERIOR EXISTENTE EN EL AREA DE SERVICIOS.
- EL INTERIOR DE LAS CAJAS DE REGISTRO SERAN TARRAJADAS Y LLEVARAN MEDIAS CANAS SEGUN DIRECCION DEL FLUIDO.
- LAS TUB. DE VENTILACION TERMINARAN EN SOMBRERO Y A 0.30m SOBRE EL NIVEL DE TECHO O MURO TERMINADO.
- LAS TUBERIAS Y ACCESORIOS PARA LAS INSTALACIONES DE CISTERNA Y T.ELEVADO SERAN C/E PVC-SAP SEGUN Ø ESPECIFICADO.

### LEYENDA AGUA

SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	TUBERIA DE AGUA FRIA
	CODO DE 90°
	CODO DE 90° SUBE
	CODO DE 90° BAJA
	TEE
	TEE RECTA CON SUBIDA
	TEE RECTA CON BAJADA
	LLAVE DE CONTROL

## Anexo 12: Plano de Detalle de la tolva



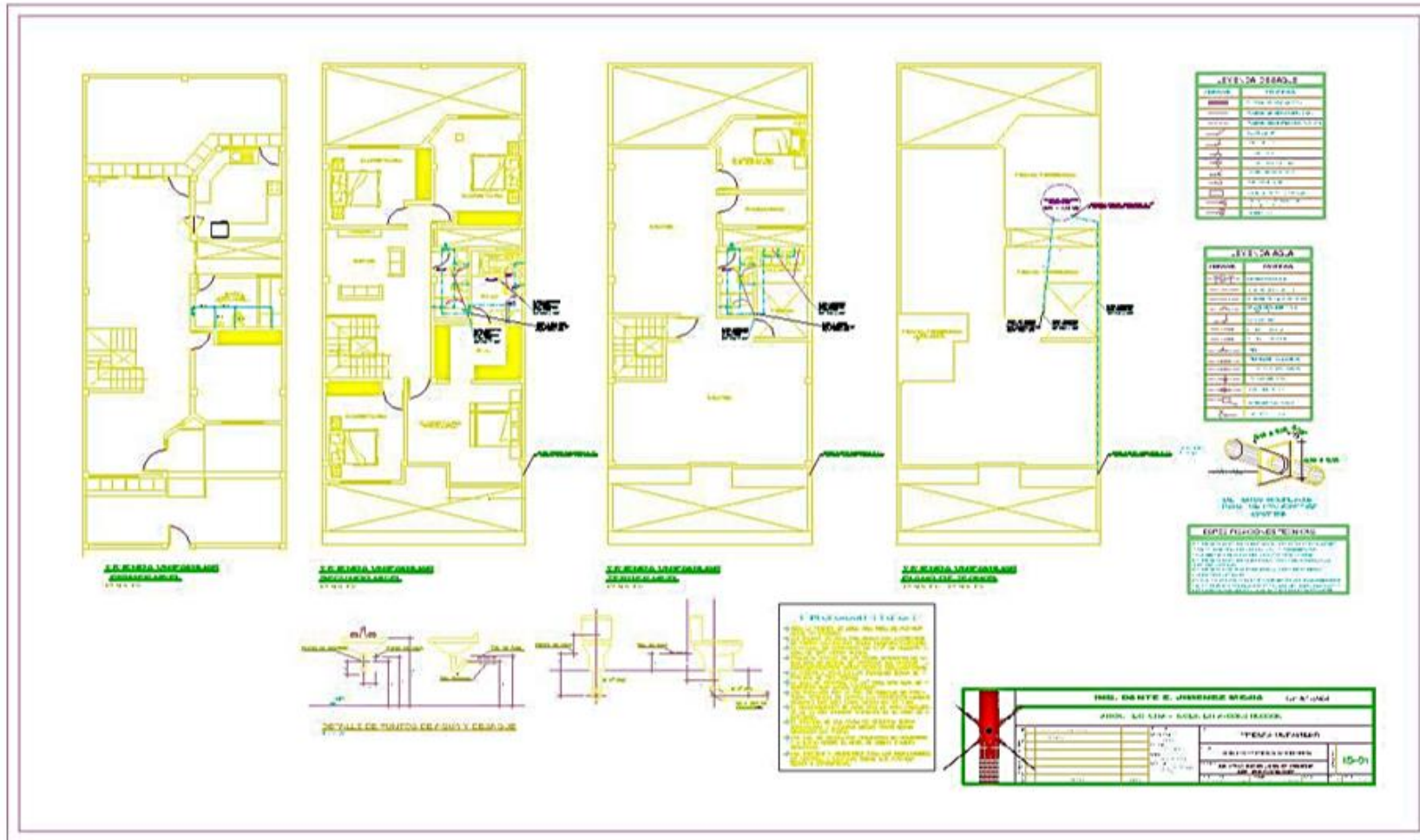
### TIJERAL VISTA LATERAL

ESC. 1:20

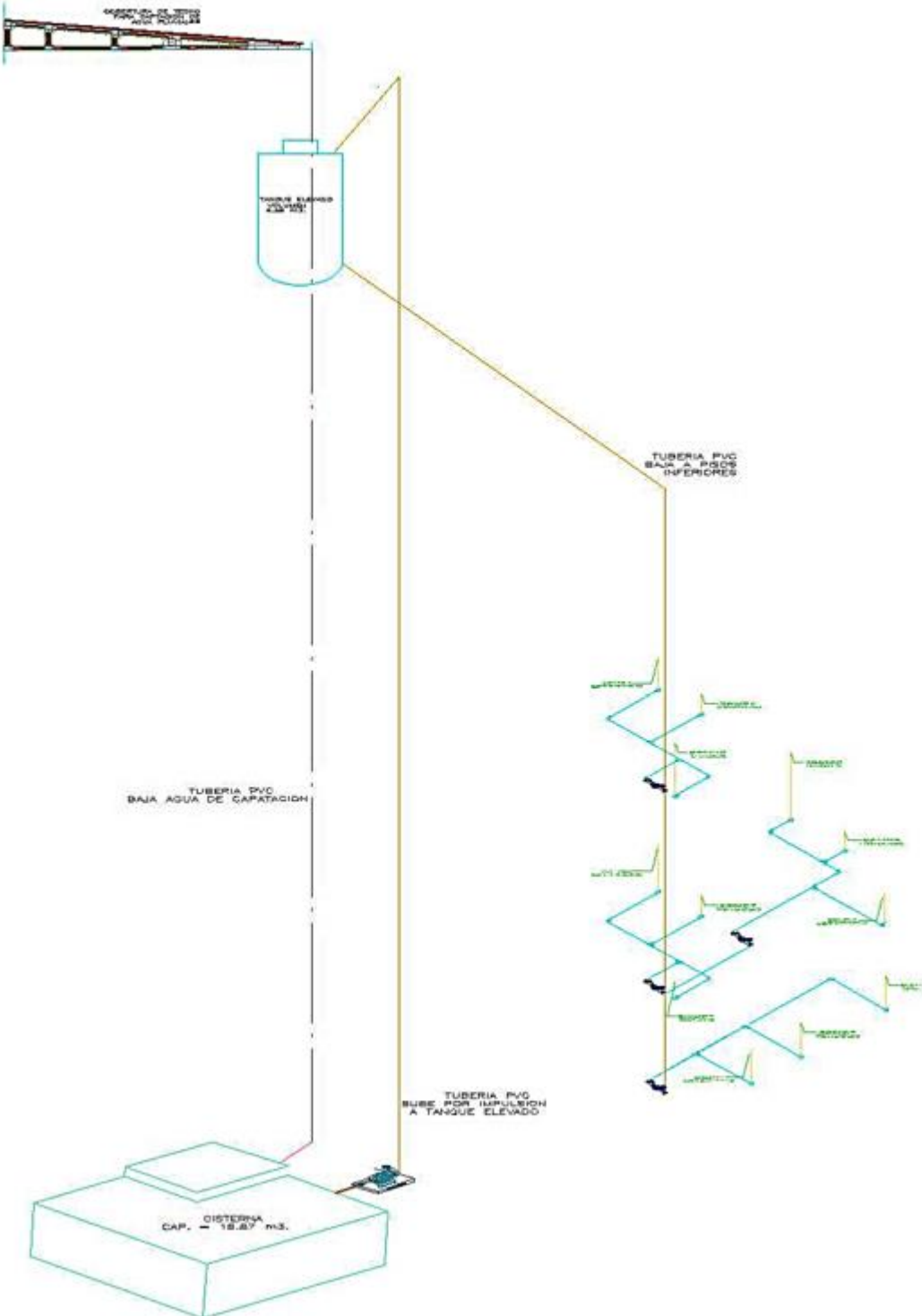
### Anexo 13: Plano de distribución de la vivienda multifamiliar



# Anexo 14: Plano de instalaciones sanitarias de la vivienda multifamiliar



Anexo 15: Plano isométrico de la red pluvial independiente





## Anexo 16. Ficha Técnica, validación por Ing. Colegiado

### FICHA TÉCNICA

#### 1. NOMBRE DEL PROYECTO

Reutilización de aguas pluviales para el aprovechamiento sanitario en una vivienda multifamiliar, en el distrito de Cajabamba

#### 2. UBICACIÓN

Departamento	:	Cajamarca
Provincia	:	Cajabamba
Distrito	:	Cajabamba

#### 3. POBLACIÓN BENEFICIADA Y NÚMERO DE ABONADOS

Nº Pisos	Población Beneficiada
4	7

#### 4. OBJETIVO DEL PROYECTO

El proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema independiente de captación de aguas pluviales para la reutilización en todos los aparatos sanitarios de la vivienda multifamiliar, que consta de 4 pisos. Ubicado en el distrito de Cajabamba, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca, que permitirá reducir el consumo de agua potable y costos.

#### 5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

##### 5.1 SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

  
ING. RONALD VIVAR ENDHER CEVALLOS  
ING. CIVIL  
CIP 156572  
Ced. Colegiado 59476

El proyecto comprende el diseño y propuesta de un sistema de reutilización de aguas pluviales

Sistema Propuesto		
Ubicación:	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ubicada en el distrito de Cajabamba, provincia de Cajabamba y departamento de Cajamarca, con coordenadas UTM 826221.834E, 9155943.805N.</li> </ul>
Dotación:	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>La dotación es 840 lt/d</li> </ul>
Oferta	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>La oferta es 138.7m<sup>3</sup></li> </ul>
Demanda	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>La demanda es 2240 lt/d</li> </ul>
Red de Distribución	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>El caudal es de 6.29 m<sup>3</sup></li> </ul>
Diseño de red de Distribución	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consiste en la captación a través de una tolva de polietileno de captación, que dirigirá el agua pluvial por unas canaletas galvanizadas de 2" empotradas en la misma estructura, hacia el almacenamiento de una cisterna por el primer montante. Con una bomba de impulsión alimentará hacia el tanque elevado lo cual distribuirá hacia los aparatos sanitarios de toda la vivienda. Realizado el trazado se procede el cálculo de los diámetros de las redes independientes, bajantes y colectores exteriores por la tabla Hunter, el cual consiste en dar un valor asignado a cada pieza sanitaria como unidades de descarga. Luego mediante las tablas se obtiene los diámetros, para los colectores exteriores.</li> </ul>
Equipos y estructuras	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Electrobomba</li> <li>Cisterna</li> <li>Tanque elevado</li> </ul>
Materiales y accesorios	:	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tuberías de fierro galvanizado</li> <li>Llave de control</li> <li>Válvula compuesta</li> <li>Accesorios para sistema de agua y desagüe (codos)</li> </ul>

Lima.....de.....del 2022

## Anexo 17. Ficha Técnica, validación por Ing. Colegiado

### FICHA TÉCNICA

#### 1. NOMBRE DEL PROYECTO

Reutilización de aguas pluviales para el aprovechamiento sanitario en una vivienda multifamiliar, en el distrito de Cajabamba

#### 2. UBICACIÓN

Departamento	:	Cajamarca
Provincia	:	Cajabamba
Distrito	:	Cajabamba

#### 3. POBLACIÓN BENEFICIADA Y NÚMERO DE ABONADOS

Nº Pisos	Población Beneficiada
4	7

#### 4. OBJETIVO DEL PROYECTO

El proyecto tiene como objetivo desarrollar un sistema independiente de captación de aguas pluviales para la reutilización en todos los aparatos sanitarios de la vivienda multifamiliar, que consta de 4 pisos. Ubicado en el distrito de Cajabamba, provincia de Cajabamba, departamento de Cajamarca, que permitirá reducir el consumo de agua potable y costos.

#### 5. DESCRIPCIÓN TÉCNICA DEL PROYECTO

##### 5.1 SISTEMA DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS PLUVIALES

  
RODAS SALAZAR DIEGO ANTONIO  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 236475

El proyecto comprende el diseño y propuesta de un sistema de reutilización de aguas pluviales

Sistema Propuesto	
Ubicación:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ubicada en el distrito de Cajabamba, provincia de Cajabamba y departamento de Cajamarca, con coordenadas UTM 826221.834E, 9155943.805N.</li> </ul>
Dotación:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La dotación es 840 lt/d</li> </ul>
Oferta	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La oferta es 138.7m<sup>3</sup></li> </ul>
Demanda	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La demanda es 2240 lt/d</li> </ul>
Red de Distribución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El caudal es de 6.29 m<sup>3</sup></li> </ul>
Diseño de red de Distribución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consiste en la captación a través de una tolva de polietileno de captación, que dirigirá el agua pluvial por unas canaletas galvanizadas de 2" empotradas en la misma estructura, hacia el almacenamiento de una cisterna por el primer montante. Con una bomba de impulsión alimentará hacia el tanque elevado lo cual distribuirá hacia los aparatos sanitarios de toda la vivienda. Realizado el trazado se procede el cálculo de los diámetros de las redes independientes, bajantes y colectores exteriores por la tabla Hunter, el cual consiste en dar un valor asignado a cada pieza sanitaria como unidades de descarga. Luego mediante las tablas se obtiene los diámetros, para los colectores exteriores.</li> </ul>
Equipos y estructuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Electrobomba</li> <li>• Cisterna</li> <li>• Tanque elevado</li> </ul>
Materiales y accesorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tuberías de fierro galvanizado</li> <li>• Llave de control</li> <li>• Válvula compuesta</li> <li>• Accesorios para sistema de agua y desagüe (codos)</li> </ul>

Lima ..... de ..... del 2022

  
**RODAS SALAZAR DIEGO ANTONIO**  
 INGENIERO CIVIL  
 CIP N° 236475